COPEL
Companhia Paranaense de Energia

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

NORMA TÉCNICA COPEL – NTC

EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO

TRANSFORMADOR SUBTERRÂNEO RETICULADO – 500 KVA

NTC 810079

MAIO/2015

ÓRGÃO EMISSOR: COPEL DISTRIBUIÇÃO

SUPERINTENDÊNCIA DE ENGENHARIA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO - **SEO**
DEPARTAMENTO DE PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO E AUTOMAÇÃO - **DPMA**
DIVISÃO DE MANUTENÇÃO ELETROMECÂNICA E SUBESTAÇÕES - **VMSE**

APRESENTAÇÃO

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as condições mínimas exigíveis para o fornecimento do material em referência a ser utilizado nas Redes Aéreas e Subterrâneas de Distribuição Urbana na área de concessão da Companhia Paranaense de Energia - COPEL.

Para tanto foram consideradas as especificações e os padrões do material em referência, definidos nas Normas Brasileiras Registradas - NBR da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, particularizando-os para as Normas Técnicas COPEL - NTC, acrescidos das modificações baseadas nos resultados de desempenho destes materiais na COPEL.

Com a emissão deste documento, a COPEL procura atualizar as suas Normas Técnicas de acordo com a tecnologia mais avançada no Setor Elétrico.

Em caso de divergência esta Norma deve prevalecer sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

ÍNDICE

1. OBJETIVO

2. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

3. DEFINIÇÕES

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Condições de serviço
4.2 Identificação dos transformadores
4.3 Embalagem
4.4 Demais condições

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Características operacionais
5.2 Características elétricas
5.3 Características construtivas
5.4 Chave interruptora de 15 kV
5.5 Peças sobressalentes e outros acessórios adicionais
5.6 Demais características
5.7 Peças sobressalentes obrigatórias e ferramentas especiais

6. ENSAIOS

6.1 Relação dos ensaios
6.2 Classificação dos ensaios
6.3 Execução dos ensaios
6.4 Ensaios da chave interruptora de 15 kV

7. INSPEÇÃO. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

7.1 Generalidades
7.2 Formação da amostra
7.3 Aceitação ou rejeição
7.4 Relatórios dos ensaios
7.5 Chave interruptora de 15 kV

8. ANÁLISE TÉCNICA

8.1 Aprovação de desenhos e documentos
8.2 Manual de operação e manutenção
8.3 Desenhos
8.4 Demais condições

9. TREINAMENTO

10. GARANTIA

10.1 Garantia
10.2 Direito de operar com material/equipamento insatisfatório

11. ANEXOS

Anexo A - Tabelas
Anexo B - Figuras

1. OBJETIVO

Esta NTC padroniza as dimensões e estabelece as condições gerais e específicas do transformador subterrâneo de distribuição trifásicos - submersível destinado às rede subterrâneas de distribuição da COPEL, localizadas na área de atendimento com rede tipo reticulada e instalado em câmaras subterrâneas, descrito no quadro à seguir:

ITEM	CÓDIGO COPEL	TENSÃO MÁXIMA [KV]	TIPO DO TRANSFORMADOR - POTÊNCIA [KVA]	PRIMÁRIO		SECUNDÁRIO	
				LIGAÇÃO	TENSÃO NOMINAL [V]	LIGAÇÃO	TENSÃO NOMINAL [V]
810079	20000010	15	TRIFÁSICO SUBMERSÍVEL - 500	TRIÂNGULO	13750/13400/13063/12719/12375	ESTRELA COM NEUTRO ACESSÍVEL	216,5/125
1	2	3	4	5	6	7	8

Nota: Este transformador possui chave interruptora de 15 kV de acionamento elétrico com uma via trifásica de entrada e três posições (aberto, fechado e aterrado – nesta sequência), com dispositivo de bloqueio.

A elevação máxima de temperatura destes equipamentos deve ser de 55 °C.

2. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Para fins de projeto, seleção de matéria-prima, fabricação, controle de qualidade, inspeção, utilização e acondicionamento dos transformadores subterrâneos de distribuição a serem fornecidos, esta especificação adota as normas abaixo relacionadas, bem como, as normas nelas citadas e em suas versões mais atualizadas:

ABNT-EB-2134	- Acessórios Desconectáveis – Padronização.
ABNT-NBR-5034	- Buchas para equipamento elétrico de tensão superior a 1kV - Especificação.
ABNT-NBR-5356	- Transformadores de potência - Especificação.
ABNT-NBR-5380	- Transformadores de potência - Método de ensaio.
ABNT-NBR-5416	- Aplicação de cargas em transformadores de potência - Procedimento.
ABNT-NBR-5438	- Bucha para transformadores - Tensão nominal 1,3 kV - 2000 A, 3150 A e 5000 A – Dimensões - Padronização.
ABNT-NBR-5440	- Transformadores para redes aéreas de distribuição - Padronização.
ABNT-NBR-5456	- Eletricidade geral - Terminologia.
ABNT-NBR-5458	- Eletrotécnica e eletrônica - Transformadores - Terminologia.
ABNT-NBR-5906	- Chapas finas a quente de aço-carbono para estampagem - Especificação.
ABNT-NBR-5915	- Chapas finas a frio de aço-carbono para estampagem - Especificação.
ABNT-NBR-6146	- Invólucro de equipamentos elétricos - Proteção - Especificação.
ABNT-NBR-6648	- Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural -
ABNT-NBR-6649	- Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural - Especificação.
ABNT-NBR-6650	- Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural - Especificação.
ABNT-NBR-6663	- Chapas finas a quente de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência – Requisitos gerais.
ABNT-NBR-6935	- Seccionador e chaves de terra e aterramento rápido - Especificação.
ABNT-NBR-7034	- Materiais isolantes elétricos - Classificação térmica - Classificação.
ABNT-NBR-7277	- Medição do nível de ruído de transformadores e reatores - Método de ensaio.
ABNT-NBR-7875	- Instrumentos de medição de radiointerferência na faixa de 0,l5 a 30 MHz (Padrão CISPR) – Padronização.
ABNT-NBR-7876	- Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30mhz – Método de ensaio.
ABNT-NBR-9369	- Transformadores subterrâneos - Padronização.
ABNT-NBR-11889	- Bobinas grossas e chapas grossas de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência – Requisitos gerais.
ANSI/IEEE - Std386	- Separable Insulated Conectors for Power Distribution Above 600V.
ASTM-B- 545	- Specification for electrodeposited coating of tin.
ASTM-D-1535/74	- Specifying color by the Munsell system.
SIS -055900	- Pictorial surface preparation standards for painting steel surfaces.
COPEL-NTC 810027	- Materiais de Distribuição - Transformador de Distribuição.

As siglas acima referem-se a:

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas.
NBR	- Norma Brasileira Registrada.
NTC	- Norma Técnica Copel.
ISO	- International Standardization Organization.
ASTM	- American Society for Testing and Materials.
ANSI/IEEE	- American National Standards Institute / Institute of Eletrical and Eletronics Enginers.

As normas mencionadas não excluem outras reconhecidas, desde que, concomitantemente:

a) Assegurem qualidade igual ou superior;
b) Sejam mencionadas pelo proponente na proposta;
c) Sejam anexadas à proposta;
d) Sejam aceitas pela COPEL.

Em caso de dúvida ou omissão prevalecem:

1º - Esta especificação;
2º - Normas Técnicas COPEL;
3º - As normas citadas no item 2 desta NTC;
4º - As normas apresentadas pelo proponente e aprovadas pela COPEL.

3. DEFINIÇÕES

Os termos técnicos utilizados nesta especificação estão definidos na NBR 5456, na NBR 5458 e nas demais normas mencionadas no item 2 desta especificação.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1. Condições de serviço

4.1.1. Os transformadores subterrâneos de distribuição abrangidos por esta especificação devem ser adequados para operar a uma altitude de até 1000 metros, em clima tropical com temperatura ambiente de -5°C até 40°C, com média diária não superior a 35°C, umidade relativa do ar de até 100%, precipitação pluviométrica média anual de 1500 a 3000 milímetros, sendo que ficarão expostos ao sol e chuva, à submersão de líquidos de qualquer natureza e à poeira, instalados em câmaras subterrâneas abaixo do nível do solo conforme apresentado na figura 1 do anexo B desta especificação.

4.1.2. O clima contribui para a formação de fungos e acelera a deterioração e a corrosão. O fornecedor deve providenciar a tropicalização e tudo mais que for necessário para o bom desempenho dos transformadores nas condições objeto deste item.

4.1.3. Os transformadores aqui especificados são aplicáveis a sistemas elétricos de frequência nominal 60 Hz, com as características dadas na tabela 1 do anexo A e configurações dadas na figura 2 do anexo B desta especificação.

4.2. Identificação dos transformadores

4.2.1. Todos os transformadores subterrâneos de distribuição devem possuir placa de identificação, de acordo com a NBR 9369, de modo a permitir a leitura das características com o transformador instalado na câmara subterrânea.

4.2.2. Todas as informações devem ser gravadas em português de forma legível e indelével. A ocorrência de irregularidades da gravação, superfície metálica porosa e falta de aderência da tinta, serão condições de rejeição.

4.2.3. Na parte superior da referida placa deverão ser gravados os dados do fabricante e local de fabricação e na parte inferior deverão ser gravados o número do contrato da COPEL e o número de controle da COPEL com 7 dígitos.

4.2.4. Na placa deverá constar a inscrição “ISENTO DE PCB”.

4.3. Embalagem

4.3.1. O acondicionamento dos transformadores deverá ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas.

4.3.2. A embalagem deverá proteger todo o transformador contra quebras e danos de qualquer espécie, desde a saída da fabrica até a chegada ao local de destino, e ser feita de modo que a massa e as dimensões sejam mantidas dentro de limites razoáveis, a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte.

4.3.3. As embalagens não serão devolvidas ao fornecedor.

4.3.4. O fornecedor deverá atender as recomendações do guia para confecção de embalagens unitizadas, disponível no site da COPEL – www.copel.com.

4.3.5. Marcações adicionais, necessárias para facilidade de transporte de materiais importados, poderão ser usadas e deverão ser indicadas no contrato ou nas instruções para embarque.

4.3.6. Deverão ser fornecidas proteções das buchas primárias e secundárias juntamente com os transformadores. Para tanto, deverá ser instalada uma placa de metal contornando as buchas primárias e secundárias e aparafusada no transformador para proteção. As placas não serão devolvidas ao fabricante e devem ser de material resistente pintado com o mesmo processo da pintura externa do transformador.

4.4. Demais condições

4.4.1. Montagem para entrega: Os transformadores deverão ser fornecidos completamente montados, cheios de líquido isolante, com as buchas e terminais, todos os dispositivos, equipamentos e acessórios descritos nesta

especificação e outros não descritos, mas, solicitados nela ou no contrato, necessários para o seu pronto funcionamento e aptos para operação.

4.4.2. Deverão ser fornecidos com a chave interruptora de 15 kV descrita no item 5.4, com uma via trifásica de três posições (aberto/fechado/aterrado), garganta para acoplamento de protetor de rede e os dispositivos necessários para a sua operação conforme descrito no item 5.1.

4.4.3. Os transformadores de distribuição adquiridos pela COPEL devem ser numerados pelos respectivos fabricantes, com número de controle e potência em kVA. O número de controle é fornecido pela COPEL em cada contrato.

4.4.4. O fornecedor deverá indicar, na documentação encaminhada com a proposta, a tinta e o processo de pintura empregados nesta numeração.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

O transformador subterrâneo, objeto desta especificação, deve atender as características deste item, bem como, todas aquelas aqui não relatadas, mas, mencionadas através das normas indicadas ou aquelas relacionadas no item 2 desta especificação.

5.1. Características operacionais

Os transformadores subterrâneos devem trabalhar em sistemas do tipo reticulado e radial conforme diagramas apresentados na figura 2 do anexo B desta especificação, como descrito abaixo:

O transformador operando no sistema reticulado (com protetor de rede):

a) Qualquer operação na chave interruptora de 15 kV, esteja em qualquer uma das posições (aberta, fechada ou aterrada) só poderá ser realizada quando o protetor de rede estiver aberto;
b) A chave interruptora de 15 kV poderá ser operada entre as posições aberta e fechada ou vice-versa quando o protetor de rede estiver aberto e quando houver tensão pelo lado da tensão superior;
c) A chave interruptora de 15 kV só pode ser operada entre as posições ligada e aterrada quando o protetor de rede estiver desligado e quando não houver tensão no lado primário do transformador;
d) A chave interruptora de 15 kV, quando na posição de aterrada, e havendo operação de fechamento do protetor de rede, não poderá ser operada até que se desligue o protetor de rede.

O transformador operando no sistema radial (sem protetor de rede):

a) A chave interruptora de 15 kV poderá ser operada entre as posições aberta e fechada, ou vice-versa, quando houver tensão no lado da tensão superior;
b) A chave interruptora de 15 kV poderá ser operada entre as posições fechada e aterrada quando não houver tensão no lado da tensão superior.

5.2. Características elétricas

5.2.1. Potência nominal:

A potência nominal está indicada no quadro apresentado no item 1 desta especificação.

5.2.2. Tensão nominal e derivações:

A tensão nominal e as derivações dos enrolamentos para o comutador devem ser como apresentado na tabela 3 do anexo A desta especificação.

5.2.3. Nível de isolamento:

Os transformadores devem ser capazes de suportar sem que produzam descargas, sem que haja evidência de defeitos, o nível de isolamento apresentado na tabela 4 do anexo A desta especificação.

5.2.4. Frequência nominal:

A frequência nominal é de 60 Hz.

5.2.5. Polaridade:

Os transformadores devem ser de polaridade subtrativa.

5.2.6. Deslocamento angular e diagrama vetorial:

O deslocamento angular nos transformadores trifásicos ligados em triângulo-estrela é de 30°, com fases de tensão inferior atrasadas em relação à correspondente tensão superior (ligação DYN1), de acordo com o diagrama vetorial da figura 5 do anexo B.

5.2.7. Perdas:

5.2.7.1. Os valores das perdas elétricas não devem exceder os limites apresentados nas colunas 4 e 5 da tabela 5 do anexo A desta especificação.

5.2.7.2. O fabricante deve declarar na sua proposta e garantir as perdas totais na temperatura de 75° C, com tensão senoidal, à frequência nominal e referidas a tensão nominal principal (correspondente ao TAP 1).

5.2.7.3. As perdas obtidas nos ensaios dos transformadores não devem ultrapassar os valores garantidos sob pena de reprovação dos mesmos.

5.2.8. Corrente de excitação:

5.2.8.1. O valor da corrente de excitação em porcentagem não deve exceder o limite apresentado na coluna 3 da tabela 5 do anexo A desta especificação.

5.2.8.2. O fabricante deve declarar em sua proposta e garantir o valor percentual da corrente de excitação referida à corrente nominal do enrolamento em que é medida, com tensão senoidal de 13.750 V e à frequência nominal.

5.2.8.3. Ao valor declarado pelo fabricante aplicam-se as tolerâncias indicadas no item 5.19. da NBR 5356.

5.2.8.4. Num transformador trifásico considera-se como corrente de excitação a média aritmética das correntes medidas nas três fases.

5.2.9. Impedância de curto-circuito:

A impedância dos transformadores, obtida por ensaio (ensaio de curto-circuito) e expressa em porcentagem, deve estar de acordo com o valor especificado na coluna 6 da tabela 5 do anexo A desta especificação, sujeita as tolerâncias e estipulações previstas no item 5.19. da NBR 5356, referidas a tensão nominal (correspondente ao TAP 1).

5.2.10. Relação de tensão:

A relação de tensão deve atender aos limites de tolerância especificados no item 5.19. da NBR 5356.

5.2.11. Limite de elevação de temperatura:

Quando o transformador estiver sendo ensaiado sob condições de máxima perda, a elevação de temperatura, acima da temperatura do meio refrigerante, dos enrolamentos ou outras partes do transformador, não deve exceder o limite especificado no item 5.8. da NBR 5356.

5.2.12. Sobrecarga:

Os transformadores devem ser sobrecarregados de acordo com a NBR 5416.

Os equipamentos auxiliares, tais como buchas e outros devem suportar sobrecargas correspondentes a até uma vez e meia a potência nominal do transformador.

5.2.13. Capacidade de curto-circuito:

Os transformadores devem ser projetados e construídos para resistir aos efeitos mecânicos e térmicos causados por curtos-circuitos externos, sob as condições previstas no item 5.9 da NBR 5356.

5.2.14. Regulação:

O fabricante deve declarar a regulação de tensão garantida para os transformadores operando com fatores de potência entre 100% e 80% em atraso, a 75°C.

5.2.15. Nível de ruído:

Os transformadores devem ser projetados de tal forma que, quando energizados com a tensão 13.750 V, à frequência nominal e sem carga, não excedam o limite máximo de nível do ruído, medidos em decibéis, fixado na coluna 2 da tabela 6 do anexo A desta especificação.

5.2.16. Tensão de rádio interferência:

Os transformadores devem ser projetados de tal forma que, quando energizados com a tensão nominal, à frequência nominal e em carga, não excedam o limite de tensão de rádio interferência estabelecido na coluna 3 da tabela 6 do anexo A desta especificação.

5.2.17. Expectativa de vida:

A expectativa de vida esperada para os transformadores, operando continuamente à potência nominal à temperatura ambiente constante de 40° C, é de 65.000 horas, conforme NBR 5356.

5.3. Características construtivas

5.3.1. Dimensões:

Devem ser atendidas as dimensões externas máximas indicadas nas figuras 3 do anexo B desta especificação, figura 21 do anexo A da NBR 9369 e tabela 2 do anexo A desta especificação. Sendo que o formato apresentado tem caráter ilustrativo, portanto, não tem caráter padronizante.

5.3.2. Peso:

O peso do transformador e chave interruptora de 15 kV não deve superar os valores indicados na coluna 8 da tabela 2 do anexo A desta especificação.

5.3.3. Posicionamento dos componentes:

Os componentes (dispositivos, acessórios e outros) estão apresentados na figura 3 (A, B e C) do anexo B desta especificação, sendo que o mesmo tem caráter ilustrativo, portanto, o posicionamento indicado não tem caráter padronizante.

5.3.4. Tanque:

5.3.4.1. O tanque não tem respirador. Deve, portanto, funcionar hermeticamente fechado e ser de construção robusta para suportar a variação da pressão interna, bem como, o peso próprio quando suspenso. O tanque deve ser de construção selada, de chapas de aço, com espessuras indicadas na tabela 7 do anexo A desta especificação e cuja composição química e características mecânicas devem estar de acordo com a NBR 6650 e NBR 6663.

5.3.4.2. O tanque deve ter dimensões e formato de maneira que a pressão interna no espaço gasoso resultante da operação à potência nominal, não deve exceder a 0,05 MPa (0,5 kgf/cm2).

5.3.4.3. O nível do líquido isolante a 25°C deve ser marcado internamente no tanque, em baixo ou em alto relevo e pintado com tinta indelével, contrastante com a pintura interna, visível através da abertura de inspeção quando existente e, deve estar no mínimo 50 mm acima da parte ativa de maior cota em relação ao fundo do tanque.

5.3.4.4. O tanque deve suportar uma moderada sobre-pressão de ar seco ou gás inerte acima da superfície do óleo durante o transporte e operação. Deve suportar também uma moderada sobre-pressão de nitrogênio, com que será preenchido, acima da superfície do óleo, para reduzir ou evitar a corrosão interna de suas paredes durante a operação normal.

5.3.4.5. O tanque deve ser bastante rígido e forte de modo que o transformador totalmente montado, cheio de líquido isolante e com os barramentos de baixa tensão instalados, possa ser levantado, sem deformação, por ganchos de suspensão, soldados em sua parte exterior.

5.3.5. Paredes Laterais:

5.3.5.1. A chapa das paredes laterais deve estar de acordo com a tabela 7 do anexo A desta especificação , bem como as NBR 6649, NBR 6650, NBR 6663, NBR 6648 e NBR 6664 no que forem aplicáveis.

5.3.5.2. Os seguintes dispositivos e acessórios devem estar localizados nas paredes laterais:

a) Termômetro tipo mostrador, com ponteiro de arrasto, para líquido isolante;
b) Indicador de nível de líquido isolante;
c) Válvula globo para ligação do filtro prensa e drenagem do líquido isolante;
d) Válvula globo para ligação do filtro prensa e enchimento do líquido isolante;
e) Terminal de neutro;
f) Terminal para aterramento;
g) Dispositivo para acoplamento e suporte da chave interruptora de 15 kV;
h) Dispositivo para acoplamento e suporte do protetor de rede;
i) Ganchos para suspensão do transformador.

5.3.6. Radiadores:

5.3.6.1. As chapas dos radiadores devem estar de acordo com a tabela 7 do anexo A desta especificação, bem como, atender as NBR 5906 e NBR 5915, no que forem aplicáveis.

5.3.6.2. Os radiadores devem ser soldados ao tanque de modo a não dificultar a ligação dos cabos aos respectivos terminais primários e secundários.

5.3.6.3. Somente serão aceitos radiadores galvanizados à quente, como elementos dissipadores de calor, confeccionados com aletas, não sendo permitido o uso de tubos ou chapas corrugadas.

5.3.7. Tampa:

5.3.7.1. A tampa principal deve ser construída de chapa de aço com espessura indicada na tabela 7 do anexo A desta especificação, com composição química e características mecânicas de acordo com as NBR 6649, NBR 6650, e NBR 6663.

5.3.7.2. A tampa deve ser soldada ao tanque, conforme apresentado na figura 6 do anexo A desta especificação. Deve haver entre a tampa e o tanque, material que separe as respectivas chapas de forma a evitar a corrosão e o acúmulo de impurezas entre ambas, facilitando a remoção da tampa quando necessário. Tal material não poderá sofrer alterações por ocasião da soldagem da tampa, nem em contato com gases internos ao transformador, bem como, em contato com o líquido isolante. Outro método poderá ser empregado desde que garanta a mesma função, com qualidade igual ou superior ao método descrito neste item.

5.3.7.3. Todas as aberturas na tampa do transformador devem ter ressaltos para impossibilitar acumulação e penetração de água junto as guarnições.

5.3.7.4. A tampa deve possuir olhais de suspensão. O processo de fixação destes olhais deve ser de tal forma que a tampa não precise ser perfurada.

5.3.7.5. Os seguintes dispositivos e acessórios devem estar localizados na tampa principal:

a) Válvula de alívio de pressão;
b) Dispositivo de suspensão da tampa;
c) Dispositivo para enchimento de gás;
d) Abertura de inspeção com tampa;
e) Manovacuômetro;

5.3.8. Fundo:

5.3.8.1. O fundo do transformador deve ser suficientemente rígido, com espessura mínima indicada na tabela 7 do anexo A desta especificação, com composição química e características mecânicas de acordo com as NBR's 6649, 6650 e 6663.

5.3.8.2. Junto ao fundo do tanque deve ser instalada uma base para arrasto, com comprimento não inferior a 1/3 da altura total do transformador e disposto de maneira tal que utilizando macacos ou alavancas para suspendê-lo, não danifiquem o fundo ou os seus radiadores.

5.3.8.3. A base deve ser apropriada para o deslocamento do transformador com o uso de roletes ou suporte com rodas, que deverão ser fornecidos juntamente com o transformador.

5.3.8.4. A projeção do tanque, sem radiadores e acessórios, deve estar contida no contorno da base de arraste.

5.3.9. Dispositivos para acoplamento e suporte:

Os transformadores devem ser fornecidos conforme descrito à seguir.

5.3.9.1. Com dispositivo para acoplamento de suporte para caixa do protetor:

Para o acoplamento do protetor de rede, o transformador deve possuir no lado de tensão secundária, uma garganta com flange na extremidade e suporte de sustentação cujas dimensões, furações e posições relativas estejam de acordo com a figura 5 do anexo A da NBR 9369.

A ligação entre o protetor de rede e o transformador deve ser feita através dos conectores flexíveis conforme a tabela e figura 7 do anexo A da NBR 9369.

Os conectores flexíveis devem ser fornecidos juntamente com os transformadores.

5.3.9.2. Com dispositivo para acoplamento e suporte para a caixa da chave interruptora de 15 kV.

Para acoplamento da chave interruptora, o transformador deve possuir, no lado de tensão primária, uma garganta com flange cujas dimensões, furações e posições relativas estejam de acordo com a figura 3 do anexo A da NBR 9369.

O transformador deve ser provido de suporte para sustentação da caixa da chave à ser especificada pelo fabricante.

A chave interruptora deve ser fornecida juntamente com o transformador, conforme descrita no item 5.4.

5.3.10. Terminal de neutro:

5.3.10.1. O condutor de neutro do enrolamento de tensão secundária deve ser ligado a uma barra de material condutor, em aço inox ou cobre eletrolítico com capacidade de condução de corrente não inferior à dos terminais de tensão secundária, soldada na face interna da parede do transformador.

5.3.10.2. Externamente, o terminal de neutro em aço inoxidável eletrolítico deve ser soldado, na mesma parede em posição simétrica oposta à barra interna, diretamente ao tanque de acordo com a figura 10 do anexo A da NBR 9369 e disposto conforme a figura 3 (B e C) do anexo B desta especificação.

5.3.10.3. A ligação interna deve ser facilmente desfeita preferencialmente através da abertura de inspeção, ou através da abertura de fixação da válvula de alívio de pressão, quando possível.

5.3.11. Marcação externa dos terminais:

5.3.11.1. A marcação externa dos terminais de tensão primária e secundária deve estar de acordo com a disposição e localização da figura 9 do anexo A da NBR 9369.

5.3.11.2. A marcação deve ser feita em tinta, com os caracteres possuindo altura não inferior a 30 mm, e imediatamente acima dos terminais.

5.3.12. Buchas:

5.3.12.1. As buchas de tensão secundária do transformador devem atender as prescrições das NBR's 5034 e 5438, no que forem aplicáveis.

5.3.12.2. As buchas devem ser desmontáveis pela parte externa do transformador.

5.3.12.3. Todas as partes em contato, planas ou roscadas, devem ser prateadas.

5.3.12.4. As buchas de baixa tensão, em número de três, localizadas no flange da parede lateral do transformador devem ter as seguintes características:

a) Conforme a figura 18, do anexo A da NBR 9369 - bucha secundária 1,3 kV/1875 A;
b) O conector interno, do tipo barra, deve ser soldado à prata, à haste condutora. A este conector será ligado o terminal flexível proveniente do barramento do enrolamento de tensão secundária do transformador;
c) A barra deve ser interrompida entre as buchas de tensão secundária pela inserção de material não-magnético;
d) As hastes condutoras devem ser em cobre eletrolítico, 98 % IACS, e apresentar, quando para acoplamento em protetor de rede um comprimento livre mínimo de 44mm, um diâmetro de 38,1mm (1. 1/2") e rosca padrão americano 12 UNF-2 A .
e) Todas as peças metálicas condutores e de conexão, bem como, os parafusos de ligação e porcas deverão ser em liga de cobre e prateadas.

5.3.12.5. As buchas de baixa tensão deverão ser acompanhadas de conector flexível conforme descrito na NBR 9369.

5.3.12.6. As buchas de alta tensão, instaladas na chave interruptora, em número de três, localizadas no lado oposto das buchas de baixa tensão, deverão ser do tipo poço moldado em epóxi, isentas de bolhas, inclusões e outras imperfeições, que permitam a conexão aos terminais desconectáveis do tipo DEAD BREAK com dispositivos de fixação.

5.3.12.7. Deverão ser moldados em borracha para serem utilizados com cabos de isolação extrudada (15 kV), com as características da norma ANSI/IEEE Std 386.

5.3.12.8. As buchas tipo poço deverão ser fornecidas com a bucha de inserção, conforme a norma NTC 810071.

5.3.12.9. Todas as partes metálicas condutoras das buchas de alta tensão, bem como, os parafusos de ligação e porcas deverão ser em liga de cobre e prateadas.

5.3.13. Materiais isolantes:

5.3.13.1. Os isolamentos devem ser projetados de maneira a resistir aos esforços resultantes das tensões especificadas (frequência industrial e de impulso) a que possam estar sujeitos durante a operação.

5.3.13.2. Os materiais isolantes dos transformadores desta especificação são da classe A (105°C), conforme NBR 7034.

5.3.13.3. Os materiais isolantes e compostos de impregnação não devem afetar nem serem afetados pelo líquido isolante, nem sofrer deterioração indevida quando submetidos à temperatura resultante da operação normal do equipamento.

5.3.13.4. Quando se utilizar o enrolamento de baixa ou de alta tensão do tipo lâmina, deverá ser utilizada dupla camada (mínima) de isolamento (papel ou outro material) entre as espiras dos enrolamentos.

5.3.14. Enrolamentos:

5.3.14.1. Devem ser de cobre ou alumínio, de forma a atender as características elétricas especificadas no item 5.2 desta especificação.

5.3.14.2. Devem ser projetados de maneira a resistir aos esforços resultantes das tensões especificadas (freqüência industrial e de impulso) a que possam estar sujeitos durante a operação e aos ensaios de curto-circuito.

5.3.14.3. Todos os enrolamentos do transformador devem ser de isolamento total para a terra.

5.3.14.4. A impregnação dos enrolamentos, de preferência, deve ser feita antes da colocação do núcleo.

5.3.14.5. As ligações entre as bobinas devem ser feitas por solda forte, à compressão ou equivalente, não sendo permitida solda de estanho.

5.3.14.6. Os terminais internos devem ser marcados de modo a permitir a identificação, de maneira permanente, da fase a que pertence.

5.3.14.7. Os condutores terminais internos e partes vivas devem ser instalados com folga, providos de esforços adequados. Os condutores terminais internos acima de 600V devem ser isolados. Os condutores das fases devem ir diretamente das buchas às bobinas, e nas derivações para o comutador, devem ser executadas por solda forte.

5.3.14.8. O fabricante deve informar a seção dos condutores, o número de espiras e o peso para todos os enrolamentos, na ocasião do fornecimento do relatório de ensaios.

5.3.15. Núcleo:

5.3.15.1. Fica a critério do fabricante a escolha do tipo de núcleo mais adequado, para atender às características elétricas e mecânicas exigidas para o transformador. Deve ser preocupação do fabricante, o uso de matéria-prima da melhor qualidade e procedência, bem como, das mais modernas técnicas de projeto de núcleo e processamento mecânico e térmico na sua fabricação.

5.3.15.2. Entretanto, para os transformadores abrangidos por esta especificação, ficam estabelecidas as seguintes condições mínimas e recomendações:

a) Deve ser possível, no caso de manutenção, a sua retirada ou reaproveitamento sem o uso de máquinas, equipamentos ou ferramentas especiais.
b) O núcleo deve ser construído com chapas de aço silício de grãos orientados, laminado e não-envelhecível, recozidas convenientemente, ou material de qualidade superior, de forma a atender ao limite de perdas em vazio especificado no item 5.2.7. desta especificação.
c) O isolamento de ambas as superfícies das lâminas deve ser de composto inorgânico, produzido por processo termoquímico durante a laminação do próprio aço silício. Não se aceita papel para isolamento.
d) As lâminas devem ser presas no lugar por uma estrutura apropriada, que sirva como meio de centrar e firmar no tanque o conjunto núcleo-bobina, de tal modo que o mesmo não tenha movimento em quaisquer direções. Esta estrutura deve também permitir a retirada do conjunto do tanque.
e) Para fins de ligação a terra, o núcleo deve ter ligação elétrica ao tanque.
f) Os tirantes e calços devem ser isolados em material que permitam, após alguns anos, a retirada da parte extraível.

5.3.16. Acessórios:

Quaisquer parafusos, necessários para a fixação dos acessórios junto ao tanque, paredes ou tampa, não devem atravessar as suas chapas.

Todos os acessórios deverão ser compatíveis com o líquido isolante de origem vegetal e deverão ser protegidos contra a corrosão.

5.3.16.1. Dispositivo para mudança de derivação:

Para mudança de derivação deve ser utilizado um comutador de derivações, observando-se:

a) O comutador de derivações, para operação do transformador sem tensão deve possuir acionamento interno.
b) O mecanismo de operação deve ser acessível através de abertura de inspeção e permitir o travamento do comutador em qualquer uma das posições, sendo estas perfeitamente identificáveis de acordo com o diagrama apresentado na placa de identificação da figura 35 do anexo A da NBR 9369/87.

5.3.16.2. Válvula globo para ligação do filtro prensa, enchimento e drenagem do líquido isolante:

O transformador deve ser provido de válvula, do tipo globo com diâmetro nominal de 1 ¼" RWG, para ligação do filtro prensa, enchimento e para drenagem do líquido isolante, de acordo com as figuras 25A e 25B do anexo A da NBR 9369, providas de bujão preso por corrente ao corpo da válvula.

5.3.16.3.Termômetro tipo mostrador para líquido isolante:

O transformador deve ser provido de um termômetro tipo submersível com grau de proteção IP 68, conforme figura 27, do anexo A da NBR 9369, devendo possuir ainda uma caixa de ligação para os dois contatos ajustáveis para alarme e desligamento.

Deve estar localizado na parede lateral de maior dimensão do tanque (reversível para ambas lateriais) e indicar a temperatura próxima à superfície do líquido isolante.

Os termômetros deverão vir lacrados de fábrica com selo de integridade do fabricante. Desta forma, os contatos de alarme deverão vir já pré-ajustados em 95° e 105°C para que não seja necessária a sua abertura para ajustes.

a) Ser preferencialmente do tipo de haste reta, alternativamente, pode ser do tipo de tubo capilar, devendo neste caso ser o tubo capilar protegido contra corrosão, abrasão e choques mecânicos por meio de uma armadura metálica flexível.
b) Deve ser instalado com poço de óleo para permitir a troca sem esgotamento do óleo do transformador.
c) Um ponteiro para indicar a temperatura instantânea do óleo e um ponteiro de arraste para indicar a temperatura máxima atingida num determinado período. O ponteiro de arraste deve ter ainda um dispositivo de acesso externo para seu retorno (por imã). Não será admitido sistema de retorno do ponteiro de arraste por haste que atravesse o vidro.
d) Escala graduada de, no mínimo, 0 a 120°C, em intervalos de no máximo 5°C, com precisão mínima de ±3°C na faixa de 20 a 110°C e em arco de 210 graus.
e) Mostrador com diâmetro mínimo de 100mm com inscrições indeléveis sob calor e umidade.
f) Meios que possibilitem a aferição e calibração do instrumento, por comparação com um termômetro padrão.
g) Ser provido de dois contatos elétricos, contatos NA, do tipo "micro switch" preferencialmente, com capacidade de condução contínua de no mínimo 3A sob 250 V C.C., ajustáveis.
h) Os contados deverão vir ajustados para atuação em 95 e 105 graus.

5.3.16.4. Indicador de nível de líquido isolante:

O transformador deve ser provido de indicador de nível do líquido isolante, tipo submersível.

O indicador deve ser do tipo magnético com bóia metálica conforme figura 28 do anexo A da NBR 9369. Deve possuir graduação para indicar os níveis máximo e mínimo na temperatura de 25°C. Deve ter contato ajustado para fechamento quando a bóia atingir a posição correspondente ao nível mínimo.

5.3.16.5. Manôvacuometro tipo mostrador para gás inerte:

Cada transformador deve ser provido de um manovacuômetro tipo mostrador para gás inerte, tipo submersível, com ponteiro de arrasto colocado em posição que permita fácil leitura de pressão do gás inerte com o transformador em serviço conforme figura 30 do anexo A da NBR 9369. Deve possuir escala que indique a faixa de -1kgf/cm2 à +1kgf/cm2.

Deve possuir contato elétrico ajustado para atuar em 0,6 kgf/cm2.

5.3.16.6. Válvula de alívio de pressão:

A válvula de alivio de pressão deve ser prevista para operação à pressão positiva de 0,07 MPa (0,7 kgf/cm2) e provida de indicador visual de operação (cor vermelha) que deverá permanecer nessa posição, mesmo quando a válvula retornar automaticamente à posição inicial.

Deve ficar localizado na tampa do transformador e deve ser confeccionado em material não corrosível.

5.3.16.7. Terminal de aterramento:

Deve ser conector em aço inoxidável, conforme figura 31 do anexo A da NBR 9369. Quanto ao torque, o conector deve suportar o valor mínimo de ensaio especificado na tabela 4 do anexo A da NTC 810027 sem sofrer ruptura nem deformação permanente.

Este dispositivo deve estar localizado em local de fácil acesso, conforme figura 3 do anexo A desta especificação.

5.3.16.8. Meios para suspensão da parte ativa e do transformador:

O tanque do transformador deve possuir 4 ganchos para suspensão, permitindo o seu levantamento, com o líquido isolante em seu nível normal.

Os ganchos para suspensão não devem apresentar arestas vivas na posição de encaixe do cabo para levantamento

A parte ativa deve possuir meios para suspensão que possibilite a sua retirada do tanque do transformador em nível.

5.3.16.9. Abertura de inspeção:

A abertura de inspeção, quando necessária, deverá ser construída com a mesma chapa especificada para a tampa principal, deverá localizar-se e ter dimensões que permitam a realização de inspeção interna e acesso ao comutador de derivações, buchas secundárias e ao neutro.

Esta tampa da abertura de inspeção não poderá ser soldada ao tanque.

5.3.16.10. Dispositivo para enchimento de gás:

Deve ser instalado na tampa do transformador e ser confeccionado conforme a figura 2 do anexo A da NBR 9369.

5.3.17. Placa de identificação:

Cada transformador deve ser provido de uma placa de identificação de aço inoxidável com espessura mínima de 0,8 mm, fixada ao suporte através de rebites de aço inoxidável a uma distância mínima de 20 mm entre a placa e o tanque. A placa deve ser colocada em posição visível, sempre que possível do lado de tensão secundária, indelevelmente marcada, observando, ainda, as seguintes informações:

a) Nome do fabricante;
b) Número de série do fabricante;
c) Data de fabricação;
d) Tipo de transformador do fabricante;
e) Potência Nominal (kVA);
f) Elevação de temperatura do líquido isolante e dos enrolamentos (°C);
g) Número de fases;
h) Tipo de resfriamento;
i) Impedância (%) e tensão de ensaio (V);
j) Frequência (Hz);
k) Tipo de líquido isolante;
l) Níveis de isolamento (kV);
m) Norma aplicada;
n) Quadro de tensões primárias e terminais para o comutador;
o) Quadro de tensão secundária;
p) Diagrama fasorial;
q) Peso da parte ativa (extraível);
r) Peso do tanque e acessórios;
s) Peso do líquido isolante;
t) Peso total;
u) Número do livro de Instruções;

v) Volume do líquido isolante;
w) Número do contrato da COPEL;
x) Número de ordem da COPEL .

5.3.18. Líquidos isolantes:

O líquido isolante deve ser de origem vegetal conforme a NBR 15422 e, após contato com o equipamento, deve possuir as seguintes características abaixo:

Deve ter aparência clara e límpida e ser isento de matérias em suspensão ou sedimentadas. Os valores limites das propriedades físicas, químicas, elétricas e ambientais do referido óleo, estão contidos na referida NBR e deverão ser verificados por ocasião da inspeção.

Deve ser isento de ascaréis (PCB - bifenilas policloradas). Esta informação deverá constar no Boletim de Inspeção de Material – BIM.

5.3.19. Acabamento e pintura:

5.3.19.1. Pintura externa:

Após a fabricação do tanque dever-se-á realizar o seguinte preparo e acabamento:

a) Preparo da superfície: jateamento abrasivo ao metal, quase branco, e conforme padrão Sa 2 ½ da Norma Sueca SIS 055900.
b) Primer: Uma demão de tinta de fundo, à base de resina epóxi, bi componente, curada com poliamida, pigmentada com zinco, tendo como conteúdo de zinco metálico na película seca superior a 85%, com espessura mínima do filme seco de 80µm. Sólidos por volume mínimo de 53%.
c) Intermediário: Uma demão de tinta epóxi alcatrão de hulha, bi componente, curada com poliamida, pigmentada com cargas inertes, de alta resistência à abrasão, com espessura mínima de filme seco de 200µm, na cor marrom. Sólidos por volume mínimo de 72%.
d) Acabamento: Uma demão de tinta epóxi alcatrão de hulha, bi componente, curada com poliamida, pigmentada com cargas inertes, de alta resistência à abrasão, com espessura mínima de filme seco de 200µm, na cor preta. Sólidos por volume mínimo de 72%.

A pintura do tanque deverá atender aos ensaios prescritos no item 6 e no anexo B da NBR 9369.

O preparo e acabamento poderão ser feitos por qualquer outro processo desde que assegurem qualidade igual ou superior ao descrito acima.

5.3.19.2. Pintura interna:

Deve ser conforme item 5.11.1 da NBR 5440.

5.3.20. Guarnições:

As juntas de vedação devem ser de elastômero apropriado, compatível com óleo de origem vegetal, para tanto, deverão ser utilizadas vedações à base de Viton ou Fluorcarbonos.

Todas as gaxetas utilizadas nos transformadores devem estar de acordo com as normas da ABNT.

5.4. Chave interruptora de 15 kV

Deve ser fornecida juntamente com o transformador e atender as características abaixo:

As figuras 3 (A, B e C) do anexo A desta especificação, apresentam a chave instalada junto ao transformador. A chave poderá ser soldada junto ao tanque do transformador, conforme a figura, ou desacoplável.

5.4.1. Características operacionais:

5.4.1.1. Deve ser construída para atender aos requisitos de operação, juntamente com o transformador e protetor de rede, descritos no item 5.1.

5.4.1.2. O tipo de acionamento deve ser manual e eletromecânico com a velocidade de abertura e fechamento dos contatos independente da velocidade do acionamento feito pelo operador.

5.4.1.3. A chave deve ter capacidade para operação em carga, considerando-se também a sobrecarga admissível nos transformadores.

5.4.2. Características elétricas:

5.4.2.1. A chave interruptora de 15 kV deve atender aos requisitos do item 5.2 desta especificação, referentes ao transformador, no que for aplicável.

5.4.2.2. Corrente nominal (In): A corrente nominal está apresentada na coluna 2 da tabela 8 do anexo A desta especificação.

5.4.2.3. Corrente suportável nominal de curta duração (It): A corrente suportável nominal de curta duração está apresentada na coluna 3 da tabela 8 do anexo A desta especificação, e a duração é de 1 segundo.

5.4.2.4. Corrente de interrupção nominal: A corrente de interrupção nominal é igual a corrente à corrente nominal.

5.4.2.5. Valor de crista da corrente suportável (Id): O valor de crista da corrente suportável é de 2,5 vezes a corrente suportável nominal de curta duração, apresentada na coluna 4 da tabela 8 do anexo A desta especificação.

5.4.3. Características construtivas:

5.4.3.1. A chave interruptora de 15 kV deve atender aos requisitos do item 5.3 desta especificação, referentes ao transformador, no que for aplicável, e as características apresentadas nas tabelas 8 e 9 do anexo A desta especificação.

5.4.3.2. A chave interruptora deve possuir dispositivos de bloqueio, de forma a atender aos requisitos operacionais do item 5.4.1, que trabalhem na tensão monofásica do transformador, ou seja, 125V.

5.4.3.3. Deve ser de acionamento manual ou eletromecânico, sendo que o acionamento eletromecânico deve ser realizado pela automação e em acionamento local, através de controle portátil instalado através de cabo com comprimento mínimo de oito (8) metros e operação de aterramento. O acionamento deve fazer todas as operações da chave, ou seja, desligar, ligar e aterrar, assim como, desaterrar.

5.4.3.4. Deve possuir alavanca de manobra para desligar, ligar, e aterrar, independente do tipo de acionamento da chave. Tal alavanca deverá possuir dispositivo mecânico de bloqueio que possibilite a instalação de cadeado padrão COPEL NTC 813980.

5.4.3.5. A chave , em sua via de aterramento, deve suportar, sem oferecer riscos ao operador o curto-circuito trifásico para terra (3φterra), e as prescrições da NBR 6935, no que forem aplicáveis.

5.4.3.6. Instalada junto ao transformador, não deve exceder as dimensões indicadas na tabela 2 do anexo A desta especificação e figuras 3 (A, B e C) do anexo B desta especificação.

5.4.3.7. Sendo líquido o meio isolante, a chave deverá possuir bujões para enchimento e drenagem, conforme a figura 26 do anexo A da NBR 9369.

5.4.3.8. Sendo líquido o meio isolante, a chave deverá possuir indicador de nível do tipo visor, conforme apresentado na figura 29 do anexo A da NBR 9369.

5.4.3.9. Deve possuir dispositivo para enchimento de gás, conforme figura 2 do anexo A da NBR 9369.

5.4.3.10. Se necessário, para interligação entre a chave interruptora e o transformador, poderá ser instalada caixa intermediária a qual deverá possuir bujão para enchimento e drenagem do líquido isolante juntamente com tampa para inspeção e acesso às conexões.

5.4.3.11. A chave deve possuir contatos auxiliares para indicar sua posição (aberto, fechado e aterrado). Para ligação dos contatos auxiliares e de ligação do sistema de acionamento eletromecânico, a chave deve possuir uma caixa de ligação estanque.

5.4.3.12. As buchas para conexão à rede de 13,8 kV deverão ser do tipo moldado em epóxi, isentas de bolhas, inclusões e outras imperfeições, que permitam a conexão à terminais desconectáveis, moldados em borracha para serem utilizados com cabos de isolação extrudada (15 kV), com as características da norma ANSI/IEEE Std 386. O fabricante deve fornecer as buchas do tipo poço e com bucha de inserção.

5.4.3.13. Os terminais primários, bem como os parafusos de ligação e porcas (quando aplicável), devem ser de liga de cobre prateados.

5.4.3.14. As buchas de média e baixa tensão devem ser protegidas para o transporte.

5.4.3.15. A chave, junto à alavanca de acionamento, deverá possuir indicador de posição, facilmente legível em tinta refletiva para possibilitar a sua identificação com o uso de lanterna.

5.4.3.16. A figura 8 desta especificação apresenta uma chave como referência ao fabricante.

5.4.3.17. A chave poderá ser construída para operação em líquido ou gás SF6, como meio isolante, sendo que se for em utilizado o gás SF6 a chave deverá ser de construção selada e desacoplável.

5.4.3.18. Deve atender aos requisitos da NTC 810028, no que for aplicável.

5.5. Peças sobressalentes e outros acessórios adicionais

5.5.1. O fornecedor deverá incluir na proposta uma relação das peças sobressalentes recomendáveis para os transformadores propostos, em função da vida útil dos mesmos.

5.5.2. A relação deverá incluir os respectivos preços unitários, quantidades recomendadas e a numeração codificada das peças sobressalentes, referenciadas nos desenhos apresentados para facilitar a eventual aquisição e posterior estocagem das mesmas.

5.5.3. O fornecedor deverá se comprometer a fornecer, durante um período de no mínimo 10 (dez) anos, a contar da data de entrega dos transformadores, e dentro de no máximo 2(dois) meses da data de emissão do contrato, as peças cuja substituição venha a ser necessário.

5.6. Demais características

As exigências contidas nesta especificação, não eximem o fabricante de instalar quais equipamentos necessários à operação e boa qualidade do transformador nas condições descritas nesta especificação.

5.7. Peças sobressalentes obrigatórias e ferramentas especiais

5.8.1. O fabricante deverá fornecer, no mínimo, as seguintes peças de reposição para o transformador a respectiva chave interruptora de 15 kV, sendo:

a) motor de acionamento da chave e mecanismos de acionamento (caixas de redução, engrenagens, eixos, juntas) (2 unidades);
b) sensores e/ou micro chaves de posição (3 conjuntos);
c) controlador eletrônico (ou CLP) (3 conjuntos);
d) fontes de tensão (3 conjuntos);
e) relés e contatos auxiliares (3 conjuntos);
f) chave interruptora de 15 kV (2 unidades);
g) caixa de comando c/ botoeiras de acionamento e disjuntores (3 conjuntos);
h) juntas de borracha para a chave interruptora e transformador (4 conjuntos);
i) alavancas de acionamento manual e motorizado (se houver) (4 conjuntos);
j) buchas primárias e secundárias (6 unidades de cada tipo);
k) comutador de taps c/ acionador (2 conjuntos);
l) juntas de tampas de inspeção e de dispositivos (4 conjuntos);
m) acessórios e dispositivos auxiliares do transformador e chave, sendo indicador de nível, termômetro, manovacuômetro, válvulas de drenagem e óleo, dispositivos de alívio de pressão, válvula de enchimento de gás (3 conjuntos).

5.8.2. Juntamente com o lote, deverão ser fornecidas todas as ferramentas especiais necessárias para a montagem/desmontagem do transformador. Estas ferramentas deverão ser descritas na proposta ou, se identificadas pelo inspetor da COPEL durante o treinamento ou durante os ensaios de inspeção, serão apontadas como pendências de fornecimento do referido contrato.

6. ENSAIOS

Os transformadores abrangidos por esta especificação devem atender aos requisitos de ensaio prescritos na NBR 5356, realizados conforme a NBR 5380.

6.1. Relação dos ensaios: Para comprovação das características de projeto, material e mão-de-obra são exigidos os seguintes ensaios:

a) Inspeção geral;
b) Verificação dimensional;
c) Tensão suportável nominal à freqüência industrial (tensão aplicada);
d) Tensão induzida;
e) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
f) Tensão de radiointerferência;
g) Nível de ruído;
h) Resistência do isolamento;
i) Relação de tensões;
j) Deslocamento angular e seqüência de fases;
k) Corrente de excitação;
l) Perdas em vazio e em carga;
m) Tensão de curto-circuito;
n) Resistência elétrica dos enrolamentos;
o) Elevação de temperatura;
p) Estanqueidade e resistência à pressão interna;
q) Curto-circuito;
r) Ensaio do óleo isolante;
s) Ensaio da pintura;
t) Verificação do funcionamento dos dispositivos e acessórios;
u) Zincagem;
v) Torque nos terminais;
w) Estanhagem;
x) Prateação;
y) Ensaios da chave interruptora de 15 kV.

Os ensaios relacionados neste item não invalidam a realização, por parte do fornecedor, daqueles que julgar necessários ao controle de qualidade do seu produto.

6.2. Classificação dos ensaios: Os ensaios previstos nesta especificação são classificados em:

- ensaios de tipo;
- ensaios de recebimento;
- ensaios complementares de recebimento.

6.2.1. Ensaios de Tipo:

São os ensaios relacionados na coluna 3 da tabela 10 do Anexo A desta especificação, realizados pelo fornecedor em um transformador de sua fabricação, para verificação das características do projeto e dos materiais nele empregados. Estes ensaios devem ter seus resultados devidamente comprovados, por meio de relatórios de ensaios emitidos por órgão tecnicamente capacitado ou em seus próprios laboratórios, desde que devidamente comprovada a sua capacidade técnica, devendo o relatório de ensaio atender ao item 7.4 desta especificação.

Estes ensaios devem ser realizados conforme o item 6.3 desta especificação.

6.2.2. Ensaios de Recebimento:

São os ensaios relacionados na coluna 4 da tabela 10 do Anexo A desta especificação, realizados nas instalações do fornecedor, na presença de inspetor da COPEL, por ocasião do recebimento de cada lote.

Estes ensaios devem ser realizados conforme o item 6.3 desta especificação.

6.2.3. Ensaios Complementares de Recebimento:

São os ensaios relacionados na coluna 5 da tabela 10 do Anexo A desta especificação, realizados em uma (01) unidade de cada lote, nas instalações do fornecedor ou em órgão tecnicamente capacitado, na presença dos inspetores da COPEL e por ocasião da inspeção dos transformadores.

6.3. Execução dos ensaios:

Os métodos de ensaio dos transformadores de distribuição devem obedecer o descrito a seguir e estar de acordo com as normas e/ou documentos complementares citados no item 2 desta especificação.

As características dos equipamentos, aparelhos e instrumentos utilizados durante os ensaios devem ser estáveis e estar aferidos.

6.3.1. Inspeção geral:

a) Características construtivas: Deve atender os requisitos mencionados no item 5.3. desta especificação;
b) Acessórios: Deve atender os requisitos mencionados no item 5.3.16. desta especificação;
c) Identificação: Deve atender os requisitos mencionados no item 4.2 desta especificação;
d) Embalagem: Deve atender os requisitos mencionados no item 4.3 desta especificação;
e) Chave interruptora à óleo: Deve atender aos requisitos mencionados no item 5.4. desta especificação.

Constitui falha a não conformidade de qualquer uma das características verificadas com as especificadas nos itens desta especificação acima mencionados.

6.3.2. Verificação dimensional: Devem ser verificadas todas as dimensões indicadas nas figuras 1 e 3 do anexo B desta especificação e tabela 2 do anexo A desta especificação, conforme o caso em questão.
Constitui falha a não conformidade de qualquer uma das dimensões verificadas com as especificadas nas figuras e tabela desta especificação acima citadas.

6.3.3. Tensão suportável nominal à freqüência industrial (tensão aplicada): O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 4.10.1 da NBR-5380 e 6.5.1 e 6.5.2 da NBR 5356.
Constitui falha a ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano a algum componente do transformador, sob a tensão de ensaio especificada na tabela 4 do anexo A desta especificação.

6.3.4. Tensão induzida: O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 4.10.2, 4.10.3, 4.10.4 e 4.10.5 da NBR 5380 e 6.5.1 e 6.5.3 da NBR 5356.
Constitui falha a ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano a algum componente do transformador, sob a tensão de ensaio especificada na tabela 4 do anexo A desta especificação.

6.3.5. Tensão suportável nominal de impulso atmosférico: O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 4.10.11 da NBR 5380 e 6.5.1 e 6.5.4 da NBR 5356.
Constitui falha a ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano a algum componente do transformador, sob a tensão de ensaio especificada na tabela 4 do anexo A desta especificação.

6.3.6. Tensão de radiointerferência: O ensaio deve ser executado conforme prescrições da NBR 7876, usando aparelhagem de ensaio conforme NBR 7875. A tensão de ensaio é a especificada na Tabela 9 do anexo A da NTC 810027, e deve ser aplicada a cada terminal de AT, com os demais aterrados.
Constitui falha a ocorrência de tensão de radiointerferência, medida na freqüência de 1000 kHz e referida a 300W, de valor superior ao especificado na tabela 6 do anexo A desta especificação.

6.3.7. Nível de ruído: O ensaio deve ser executado conforme prescrições da NBR 7277.
Constitui falha a ocorrência de níveis de ruído superiores aos especificados na tabela 6 do anexo A desta especificação.

6.3.8. Resistência do isolamento: O ensaio deve ser executado conforme descrito no item 4.4 da NBR 5380.
Este ensaio não é reprovatório e sim apenas precaução preliminar na execução de ensaios dielétricos, bem como referência para futuras manutenções e cuidados preliminares à energização do transformador.

6.3.9. Relação de tensões: O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 4.3 da NBR 5380 e 6.4.2 da NBR 5356.
Constitui falha a ocorrência de erros de tensão, em relação às tensões nominais especificadas na tabela 3 do anexo A desta especificação, além das tolerâncias admitidas no item 5.19 da NBR 5356.

6.3.10. Deslocamento angular e seqüência de fases: O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 4.6 e 4.7 da NBR 5380.
Constitui falha a não coincidência entre os diagramas fasoriais (primário e secundário) levantados neste ensaio e os diagramas fasoriais (primário e secundário) indicados na figura 5 do anexo B desta especificação.

6.3.11. Corrente de excitação: O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 4.8 da NBR 5380 e 6.4.7 da NBR 5356.
Constitui falha a ocorrência de corrente de excitação com valor superior ao limite máximo indicado na tabela 5 do anexo A desta especificação, observadas as tolerâncias indicadas no item 5.19 da NBR 5356.

6.3.12. Perdas em vazio e em carga (totais): O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 4.8 e 4.9 da NBR 5380 e 6.4.6 da NBR 5356.

Constitui falha a ocorrência de perdas, tanto em vazio como as totais, com valor superior aos limites máximos indicados na tabela 5 do anexo A desta especificação, observadas as tolerâncias indicadas no item 5.19 da NBR 5356.

6.3.13. Tensão (ou impedância) percentual de curto-circuito: O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 4.9 da NBR 5380 e 6.4.8 da NBR 5356.
Constitui falha a ocorrência de tensão percentual de curto-circuito com valor diferente do prescrito na tabela 5 do anexo A desta especificação, observadas as tolerâncias indicadas no item 5.19 da NBR 5356.

6.3.14. Resistência elétrica dos enrolamentos: O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 4.2 da NBR 5380 e 6.4.1 da NBR 5356.
Este ensaio não é reprovatório e sim apenas referência para o ensaio de elevação de temperatura do transformador, para futuras manutenções e para cuidados preliminares na energização do transformador.

6.3.15. Elevação de temperatura: O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 4.13 da NBR 5380 e 5.8 e 6.6.1 da NBR 5356.
Constitui falha a ocorrência de elevações de temperatura dos enrolamentos e do óleo isolante superiores aos limites especificados no item 5.2.11. desta especificação.

6.3.16. Estanqueidade e resistência à pressão interna: O ensaio deve ser executado conforme descrito nos itens 6.4.10 da NBR 5356 e 4.11 da NBR 5380.
Constitui falha se o transformador não suportar a pressão manométrica de ensaio durante o tempo de ensaio, especificados no item 6.4.10 da NBR 5356.

6.3.17. Capacidade de suportar curto-circuitos: O ensaio da capacidade dinâmica de suportar curto-circuitos deve ser executado conforme descrito nos itens 4.14 da NBR 5380 e 5.9.9 da NBR 5356. A capacidade térmica de suportar curto-circuitos deve ser demostrada por cálculo, conforme item 5.9.8 da NBR 5356.
Constitui falha o não atendimento a qualquer das condições de aprovação listadas no item 5.9.9 da NBR 5356 e no item 4.14.7.4 da NBR 5380, bem como as exigidas pelo item 5.9.8 da NBR 5356 quanto à capacidade térmica de suportar curto-circuitos.

6.3.18. Ensaio do óleo isolante: Devem ser verificadas as características listadas nas tabelas 15, 16 e 17 da NBR 5356, pelos métodos de ensaio descritos nas normas indicadas nessas mesmas tabelas.
Constitui falha o não atendimento aos valores limites de qualquer das características físico-químicas indicadas nas tabelas 15, 16 e 17 da NBR 5356, bem como o não atendimento às exigências gerais contidas no item 5.3.18. desta especificação.

6.3.19. Ensaio da pintura: A pintura interna deve ser ensaiada conforme descrito nos itens c-2, c-3, c-4 e c-6 do anexo C da NBR 5440. Constitui falha o não atendimento às condições de aprovação contidas nesses mesmos itens de ensaio ou às exigências do item 5.3.19.2. desta especificação.
A pintura externa deve ser ensaiada conforme descrito nos itens c-1, c-2, c-3, c-4, c-5, c-7 e c-8 do anexo C da NBR 5440. Constitui falha o não atendimento às condições de aprovação contidas nesses mesmos itens de ensaio ou às exigências do item 5.3.19.1. desta especificação.

NOTA: Para o teste de aderência (item c-4 do anexo C da NBR 5440) de pinturas com espessura seca superior a 125mm, pode ser aplicado o método do corte em X.

6.3.20. Verificação do funcionamento dos dispositivos e acessórios: Este ensaio aplica-se aos dispositivos e acessórios relacionados abaixo.

a) Termômetro;
b) Válvula de alívio de pressão;
c) Indicador de nível de líquido;
d) Manovacuômetro;
e) Dispositivo para mudança de derivação.

Constitui falha o não atendimento às exigências do item 5.3.16. desta especificação.

6.3.21. Zincagem: O ensaio deve ser executado conforme previsto na NBR 6323, sendo aplicável às ferragens e aos componentes em aço zincado.
Constitui falha o não atendimento de alguma peça zincada aos requisitos prescritos nos itens 5.7 e 6.3 da NBR 8158 e nesta especificação.

6.3.22. Torque nos terminais: Os parafusos de ligação dos terminais de A.T. e dos terminais de B.T. tipo T1, bem como o parafuso do dispositivo de aterramento, devem ser submetidos ao torque de ensaio especificado na tabela 2 do anexo A da NTC 810027.
Constitui falha a ocorrência de qualquer dano ou deformação permanente nos parafusos, porcas ou componentes dos terminais ou dispositivo de aterramento.

6.3.23. Estanhagem: O ensaio deve ser aplicado às partes estanhadas, conforme prescrições da norma ASTM B-545.
Constitui falha a existência de revestimento de estanho em desacordo com o especificado.

6.3.24. Prateação: O ensaio deve ser aplicado às partes prateadas, conforme prescrições da norma ASTM A-167.
Constitui falha a existência de revestimento de prata em desacordo com o especificado no item 5.3.12.4. desta especificação.

6.4. Ensaios da chave interruptora de 15 kV:

6.4.1. Devem ser realizados os ensaios descritos na NTC 810028, no que forem aplicáveis.

6.4.2. Devem ser realizados testes de operação, para verificação do funcionamento do dispositivo de bloqueio.

7. INSPEÇÃO, ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

7.1. Generalidades:

A COPEL reserva-se o direito de inspecionar e ensaiar os transformadores abrangidos por esta especificação, quer no período de fabricação, quer na época de embarque, ou a qualquer momento que julgar necessário.

O fornecedor tomará às suas expensas todas as providências para que a inspeção dos transformadores, por parte da COPEL, se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta especificação. Assim o fornecedor deverá propiciar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios, às dependências onde estão sendo fabricados os transformadores, ao local de embalagem, etc., bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios , além de todos os dispositivos, instrumentos, etc., para realizá-los.

7.2. Formação da amostra:

As amostras devem ser colhidas, pelo inspetor da COPEL, nos lotes prontos para embarque. Considera-se como um lote o conjunto de transformadores de mesmo tipo construtivo, mesma tensão e potência nominais e mesma data de entrega.

7.2.1. Para os ensaios de recebimento:

7.2.1.1. Ensaios dielétricos:

Os ensaios de resistência do isolamento, tensão aplicada e tensão induzida deverão ser realizadas em 100% do lote.

7.2.1.2. Ensaio do óleo isolante:

Deverão ser colhidas 3 amostras de 2 litros cada, independentemente do número de unidades do lote, correspondendo cada amostra a um transformador aleatoriamente escolhido do lote sob inspeção.

7.2.1.3. Ensaio da pintura:

O Fornecedor deve enviar à COPEL, o mais tardar juntamente com o aviso para inspeção mencionado no item 7.1 desta especificação, 10 corpos de prova em chapa bitola USG n.º 18, tamanho 110mm x 220mm. Os corpos de prova deverão apresentar, em ambas as faces, a mesma pintura empregada no lote sob inspeção, sendo 6(seis) corpos de prova com a pintura externa e 4(quatro) com a pintura interna, devidamente identificados com etiqueta adesiva (caso a diferença de cor não seja evidente). Serão realizados também, nas instalações do fornecedor, sobre uma amostra conforme tabela 6 do anexo A da NTC 810027, os ensaios de aderência e medição de espessura (tanto na pintura interna como na externa) e o de brilho (somente pintura externa).

7.2.1.4 Demais ensaios de recebimento:

A amostra será formada conforme a tabela 6 do anexo A da NTC 810027.

7.2.2. Para os ensaios complementares de recebimento:

7.2.2.1. Ensaio de curto-circuito:

O tamanho da amostra será de 1(uma) unidade, aleatoriamente escolhida do lote sob inspeção.

7.2.2.2. Demais ensaios complementares de recebimento:

A amostra será formada por 3(três) unidades, aleatoriamente escolhidas do lote sob inspeção, distintas para cada ensaio complementar de recebimento.

7.3. Aceitação ou rejeição:

A aceitação dos transformadores pela COPEL, seja pela comprovação dos valores seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os transformadores em plena concordância com a ordem de compra e com esta especificação, nem invalidará qualquer reclamação que a COPEL venha a fazer baseada na existência de transformadores inadequados ou defeituosos.

Por outro lado, a rejeição de transformadores em virtude de falhas constatadas por meio da inspeção, durante os ensaios ou em virtude de discordância com a ordem de compra ou com esta especificação, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os transformadores na data de entrega prometida. Se, na opinião da COPEL, a rejeição tornar impraticável a entrega na data prometida ou se tudo indicar que o fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a COPEL reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir os transformadores em outra fonte, sendo o fornecedor considerado como infrator da ordem de compra, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

7.3.1. Critérios para aceitação ou rejeição nos ensaios de recebimento:

7.3.1.1. Ensaios dielétricos:

As unidades que falharem serão rejeitadas, devendo ser substituídas por outras que também serão submetidas aos ensaios com o mesmo critério de aceitação, de modo a ser ter um lote com 100% de unidades ensaiadas e aprovadas nestes ensaios.

7.3.1.2. Ensaio do óleo isolante e da pintura:

O lote somente será aceito pela COPEL após a emissão de laudo favorável emitido por laboratório competente sobre os resultados dos ensaios realizados nas amostras colhidas (e nos corpos de prova, no ensaio da pintura).

7.3.1.3. Demais ensaios de recebimento:

As quantidades de unidades de cada amostra cujas falhas determinam a aceitação ou a rejeição do lote, para cada ensaio, são as constantes da tabela 6 do anexo A da NTC 810027.

7.3.2. Critérios para aceitação ou rejeição nos ensaios complementares de recebimento:

7.3.2.1. Ensaio de curto-circuito:

Em caso de falha da unidade de amostra ensaiada, todo o lote será rejeitado. No entanto, mediante a apresentação, por parte do fornecedor, de relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigí-las, poderá ser realizado novo ensaio, desta vez em duas unidades do lote, não sendo permitida nenhuma falha ou contraprova.

7.3.2.2. Demais ensaios complementares de recebimento:

a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
b) Se apenas uma unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigí-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, desta vez em mais três unidades do lote, não sendo permitida nenhuma nova falha ou contraprova;
c) Se duas ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

7.4. Relatórios dos ensaios:

Os relatórios dos ensaios a serem realizados devem ser em formulários de tamanho A4 da ABNT, com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão, além dos requisitos mínimos abaixo:

a) nome do ensaio;
b) nome da COPEL e do fornecedor;
c) número e item da ordem de compra da COPEL e número da ordem de fabricação do fornecedor;
d) data e local dos ensaios;
e) identificação e quantidade do transformador submetido a ensaio;
f) descrição sumária do processo de ensaio com constantes, métodos e instrumentos empregados;
g) valores obtidos no ensaio;
h) sumário das características (garantidas versus medidas);
i) atestado dos resultados, informando de forma clara e explícita se o transformador ensaiado passou ou não no referido ensaio.

Logo após cada ensaio, será entregue ao inspetor da COPEL uma cópia dos relatórios que foram preenchidos durante a realização do ensaio, devidamente rubricada pelo encarregado do ensaio e pelo inspetor da COPEL.

Imediatamente, o fornecedor remeterá à COPEL 1 (uma) cópia dos relatórios, assinadas pelo encarregado dos ensaios e por funcionário categorizado.

No caso da COPEL dispensar a presença de seu inspetor durante os ensaios, o fornecedor deve apresentar, além dos referidos relatórios, a garantia da autenticidade dos resultados. Esta garantia pode ser dada no próprio relatório ou através de um certificado a parte.

7.5. Chave interruptora de 15 kV:

Os critérios de inspeção aceitação e rejeição estão discriminados na NTC 810028, no que forem aplicáveis

8. ANÁLISE TÉCNICA E APROVAÇÃO

O fornecimento de transformadores subterrâneos à COPEL deve ser precedido de análise técnica e aprovação.

Para a aprovação do transformador, o proponente deverá apresentar os documentos relacionados neste item, bem como, as informações nela solicitadas para que a COPEL faça a análise técnica.

Todos os desenhos, fotografias, manuais ou documentos similares em meio impresso devem ser enviados em embalagens adequadas que os protejam contra danos de qualquer espécie.

Os documentos enviados no formato eletrônico devem ser enviados em formato PDF, devem ser numerados e enviados com uma lista anexa contendo o número/referência e a sua data de atualização.

8.1. Aprovação de desenhos e documentos

8.1.1. O fornecedor deve submeter à aprovação da COPEL, para cada item do fornecimento e antes do início da fabricação, 2 (duas) cópias dos desenhos e documentos relacionados nos itens 6.2 e 6.3 desta especificação. Feita a verificação, será devolvida ao fornecedor uma cópia de cada desenho (se impressos) ou lista informando o "status" de aprovação de cada um dos desenhos apresentados com os seguintes resultados:

a) Aprovado sem ressalvas;
b) Aprovado com ressalvas;
c) Não aprovado.

8.1.2. No caso "a", os equipamentos poderão ser fabricados e a inspeção e a aceitação dos equipamentos será feita com base nos desenhos com carimbo "APROVADO SEM RESSALVAS".

8.1.3. No caso "b", o fornecedor poderá proceder à fabricação desde que feitas às correções indicadas, submetendo novamente à aprovação da COPEL, duas (02) cópias dos desenhos, com as correções solicitadas.

8.1.4. No caso "c", o fornecedor deverá submeter à nova análise da COPEL duas (02) cópias dos desenhos, com as correções solicitadas na análise.

8.2. Manual de operação e manutenção

O fornecedor deve remeter Manuais de Instruções Técnicas de Operação e Manutenção, contendo as seguintes informações:

a) Instruções completas cobrindo descrição de funcionamento, manuseio, instalação, ajustes, operação, manutenção e descarte do equipamento e peças em questão;
b) Relação completa dos componentes e acessórios, incluindo nome, descrição, número de referência, número de catálogo, quantidade usada, identificação no desenho e instruções para aquisição quando necessário. No caso de peças sobressalentes constituídas por um conjunto de componentes, este deverá ser claramente identificado;
c) Diagramas esquemáticos legíveis de todos os circuitos elétricos;
d) Guia de manutenção para os principais defeitos que possam ocorrer, causas prováveis e metodologia para localização dos componentes danificados quando for o caso;
e) Procedimentos de calibração e ajustes com indicação dos pontos de teste e grandezas a serem medidas, bem como, valores esperados;
f) Instrumentos de ensaio especiais recomendados para o teste do equipamento quando for o caso;
g) Relação de desenhos de todas as ferramentas especiais fornecidas pelo fabricante e necessárias à montagem, operação e manutenção dos equipamentos;
h) Informar características e propriedades de todos os lubrificantes e isolantes utilizados no equipamento, adesivos para vedação, solventes, borrachas e outros produtos químicos utilizados;

Por ocasião da entrega dos equipamentos deverão ser fornecidos, no mínimo, uma (01) cópia do manual de operação e manutenção do transformador proposto, para cada transformador fornecido, no idioma português, contendo instruções detalhadas para as corretas operação e manutenção dos transformadores propostos.

8.3. Desenhos

8.3.1. Apresentação dos Desenhos:

8.3.1.1. Todos os desenhos e tabelas deverão ser confeccionados nos formatos padronizados A0, A1, A2, A3 e A4 pela norma ABNT-NBR 5984, obedecendo sempre as seguintes espessuras mínimas de traços e tamanhos mínimos de letras conforme abaixo:

8.3.1.2. Desenhos que não obedeçam à padronização anterior serão recusados pela COPEL, devendo o fornecedor elaborar um novo desenho que atenda as condições aqui especificadas.

8.3.2. Relação de Desenhos:

8.3.2.1. Para aprovação e completa apreciação do projeto, o fornecedor deverá enviar os seguintes desenhos quando aplicáveis:

a) Desenhos do contorno (vistas) e cortes do transformador e da chave interruptora de 15 kV, indicando a localização de todos os acessórios com as respectivas dimensões;
b) Desenhos da base ou dos suportes com dimensões e cotas, peso completo para operação, etc., a fim de possibilitar a preparação das fundações;
c) Desenhos detalhados das buchas, terminais, suportes de fixação e dos conectores externos (de linha e de terra) com todas as dimensões necessárias para a montagem ou substituição destes componentes;
d) Desenhos construtivos;
e) Desenhos dos diagramas de fiação dos dispositivos de potencial e esquema das ligações;
f) Desenho da placa de identificação do transformador;
g) Desenho das estruturas suportes, incluindo as dimensões e pontos de fixação;
h) Desenhos de todas as ferramentas especiais necessárias à montagem, ajuste e manutenção do equipamento ofertado;
i) Qualquer outro desenho necessário para montar, operar e reparar os transformadores;
j) Desenho com a vista explodida do conjunto eletromecânico e acessórios.

8.3.2.2. Os desenhos deverão apresentar as dimensões e respectivas tolerâncias garantidas.

8.3.3. Preenchimento da folha com as características técnicas:

O proponente deverá apresentar uma folha contendo todos os dados do transformador com os valores garantidos que se pretende fornecer.

8.3.4. Aprovação da folha de características técnicas:

A COPEL, de posse de todos os documentos e elementos, procederá análise da folha de características técnicas.

Qualquer irregularidade constatada deve ser comunicada ao fornecedor a fim de saná-la.

As inspeções de recebimento devem ser com base no conteúdo da folha técnica aprovada.

8.3.5. Relatórios dos ensaios:

Os relatórios dos ensaios de tipo deverão ser enviados para a análise técnica e aprovação junto com os demais desenhos, manuais e folha de características técnicas, com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão, além dos requisitos mínimos abaixo:

a) nome do ensaio;
b) nome do fornecedor;
c) tipo do transformador
d) data e local dos ensaios;
e) descrição sumária do processo de ensaio com constantes, métodos e instrumentos empregados;
f) valores obtidos no ensaio;
g) sumário das características (garantidas versus medidas);
h) atestado dos resultados, informando de forma clara e explícita se o transformador ensaiado passou ou não no referido ensaio.

8.4. Demais condições

8.4.1. A aprovação de qualquer desenho pela COPEL não exime o fornecedor da plena responsabilidade quanto ao funcionamento correto do equipamento, nem da obrigação de fornecê-lo de acordo com os requisitos da Ordem de Compra, das normas e desta especificação.

8.4.2. Qualquer requisito exigido nas especificações e não indicadas nos desenhos, ou indicados nos desenhos e não mencionado nas especificações tem validade como se fosse exigido nos dois.

8.4.3. No caso de discrepância entre os desenhos e especificações, vigorarão as especificações, exceto para os desenhos de fabricação já aprovados.

8.4.4. Os desenhos e manuais entregues na forma impressa, após a análise técnica e aprovação, deverão ser apresentados em meio digital e elaborados em software do tipo CAD. A elaboração deve obedecer aos requisitos acima e deverão ser de padrão compatível com software MicroStation, versão 4.0, Autocad ou outros softwares, sob consulta prévia.

9. TREINAMENTO

O fornecedor deverá realizar um treinamento para doze (12) funcionários da COPEL, com a duração mínima de cinco (5) dias e oito (8) horas-aula por dia, sobre o transformador no local de entrega previsto no contrato e nas instalações da COPEL.

O curso deverá abranger, no mínimo, os seguintes tópicos:

1) Projeto e fabricação;
2) Operação e manutenção;
3) Testes e ajustes dos equipamentos.

No curso de manutenção, deverá ser realizada a montagem e desmontagem de, no mínimo, os seguintes equipamentos componentes do transformador:

1) Chave interruptora de 15 kV;
2) Buchas de baixa e alta tensão;
3) Instrumentos;
4) Operação de comutadores e chaves;
5) Ensaios elétricos.

O fornecedor deve prover o treinamento responsabilizando-se pelo fornecimento de apostilas (materiais impressos), uso de computadores, projetores, ferramentas e equipamentos especiais necessários para a realização das aulas teórico e práticas, bem como, o transporte e estadia de instrutores.

10. GARANTIA

10.1. Garantia

O material/equipamento deverá ser garantido pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de fabricação que venham a se registrar no período de 36 (trinta e seis) meses à partir da data de entrega na COPEL.

O fornecedor será obrigado a reparar tais defeitos ou, se necessário, a substituir o material/equipamento defeituoso, às suas expensas, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, de mão-de-obra ou de transporte à partir do almoxarifado (mesmo local de entrega do contrato onde será devolvido ao fabricante).

Se a falha constatada for oriunda de erro de projeto ou de produção, tal que comprometa todas as unidades do lote, o fornecedor será obrigado a repará-las, independente da ocorrência de defeito em cada uma delas, e, se as mesmas estão ou não em garantia.

No caso de substituição de peças ou equipamentos defeituosos, o prazo de garantia para estes, deverá ser estendido para um novo período de 36 (trinta e seis) meses.

10.2. Direito de operar com material/equipamento insatisfatório

Mediante a devida comunicação da ocorrência do defeito ao fornecedor, a COPEL reserva-se o direito de optar pela permanência do material/equipamento insatisfatório em operação, até que possa ser retirado do serviço sem prejuízo para o sistema e entregue ao fornecedor para os reparos definitivos.

11. ANEXOS

ANEXO A

TABELA 1

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO SISTEMA ELÉTRICO DA COPEL	
Tensão nominal do sistema	13,8kV
Tensão máxima de operação do sistema (fase-fase)	13,8kV
Neutro	Aterramento por reatância $\frac{X_0}{X_1} \leq 10$
Tensão máxima admissível fase-terra em caso de falta	15kV
Nível de isolação do isolamento (NBI)	95kV
Potência máxima de curto-circuito do sistema	250 MVA
1	2

NOTA: As tensões e ligações da rede secundária são indicadas na figura 2 do anexo B desta especificação.

TABELA 2

DIMENSÕES E PESOS							
Item	Equipamento	Dimensões					Massas (kg)
		A	B	C	D	E	
1	Transformador	1440	1000	1600	1150	1100	2700
2	c/ Chave Interruptora	2000	1000	1600	1150	1100	3100
3	c/ Protetor de Rede	2600	1000	1600	1150	1100	3900
1	2	3	4	5	6	7	8

NOTA: As dimensões A, B e C incluem os radiadores, se houver.

ANEXO A

TABELA 3

ALTA TENSÃO			TERMINAIS H1 H2 H3			BAIXA TENSÃO	TERMINAIS X0 X1 X2 X3
V	A	Posição	Comutador	-	Liga	V	A
13750	21	1	10-13 31-28	11-14 32-29	12-15 33-30	216,5 Y / 125	1333
13406	21,5	2	13-7 28-34	14-8 29-35	15-9 30-36		
13063	22,1	3	7-16 34-25	8-17 35-26	9-18 36-27		
12719	22,7	4	16-4 25-37	17-5 26-38	18-6 27-39		
12375	23,3	5	4-19 37-22	5-20 38-23	6-21 39-24		
1	2	3	4			5	6

TABELA 4

NÍVEIS DE ISOLAMENTO			
Tensão máxima do equipamento	Tensão suportável nominal à freqüência industrial durante 1 minuto	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado
kV (eficaz)	kV (eficaz)	kV (crista)	kV (crista)
1,2	10	-	-
15,0	34	110	121
1	2	3	4

TABELA 5

PERDAS, CORRENTE DE EXCITAÇÃO E IMPEDÂNCIA DE CURTO-CIRCUITO					
Tensão kV	Potência kVA	Corrente de excitação I_0 (%)	Perdas à vazio P_0 (W)	Perdas totais Pt (W)	Impedância de Curto-circuito à 75°C em 216,5/125V (%)
13,75	500	1,6	1300	6400	5,0
1	2	3	4	5	6

ANEXO A

TABELA 6

NÍVEIS DE RUÍDO E TENSÃO DE RÁDIO-INTERFERÊNCIA		
Potência do transformador (KVA)	Nível de ruído médio em (dB)	Nível de tensão de rádio-interferência (μV)
500	56	250
1	2	3

TABELA 7

ESPESSURA DE CHAPAS	
UTILIZAÇÃO	**ESPESSURA (mm)**
Paredes Laterais	6,35
Tampa e Fundo	9,53
Radiadores/Aletas	2,28
1	2

TABELA 8

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DA CHAVE INTERRUPTORA			
Tensão máxima de operação	Corrente nominal (In)	Corrente suportável nominal de curta duração	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado
kV (eficaz)	A	kA (eficaz)	kA (crista)
15	200	12,5	31,25
1	2	3	4

TABELA 9

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DA CHAVE INTERRUPTORA				
Tensão máxima de operação	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico kV (crista)		Corrente suportável nominal de curta duração	
kV (eficaz)	à terra e entre pólos	entre contatos abertos	à terra e entre pólos	entre contatos abertos
15	110	125	34	38
1	2	3	4	5

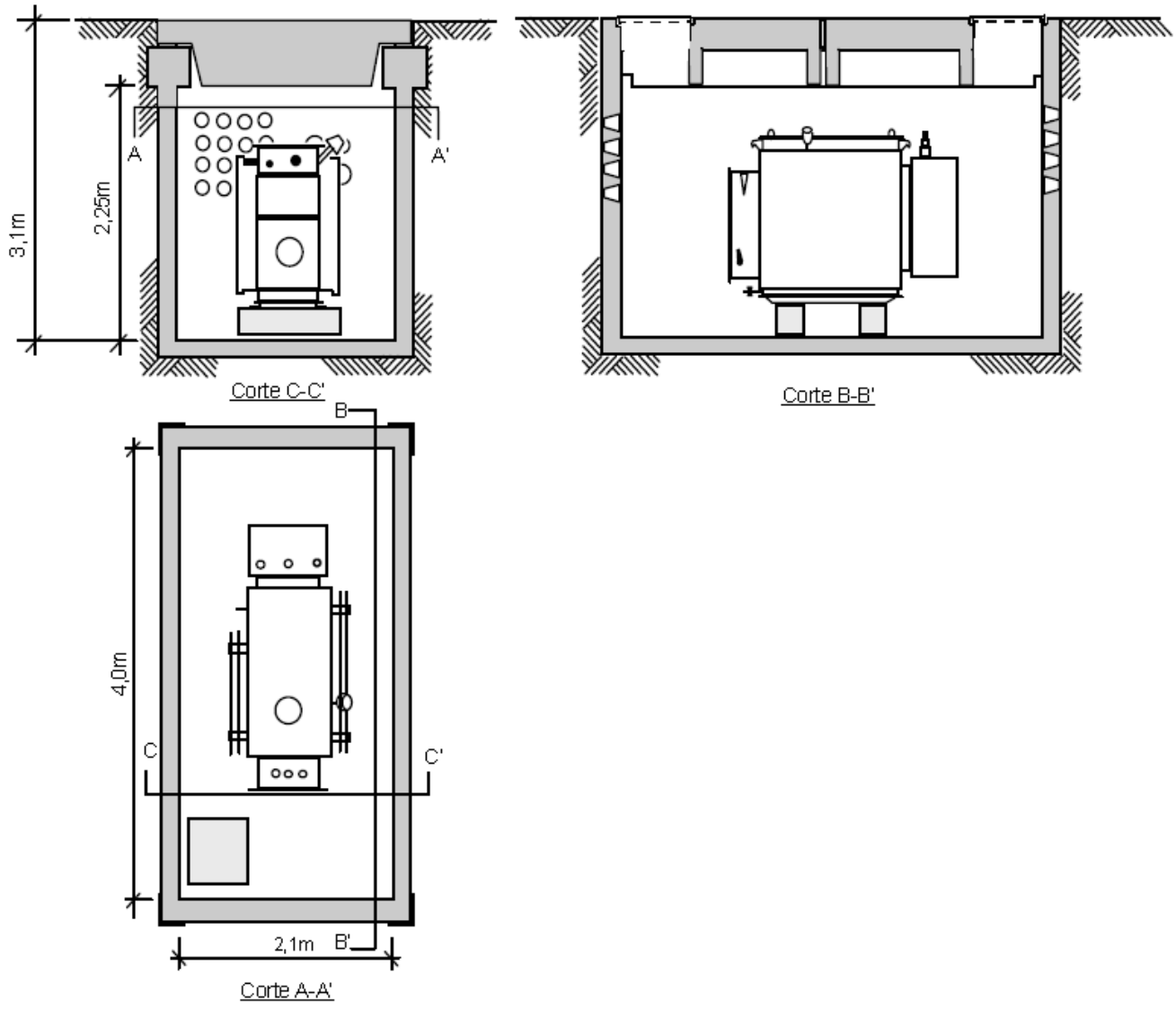
ANEXO A

TABELA 10

Item	Descrição dos Ensaios	Tipo	Recebimento	Complementar
a	Inspeção Geral	-	X	-
b	Verificação Dimensional	-	X	-
c	Tensão Suportável Nominal à Frequência Industrial (Tensão Aplicada)	X	X	-
d	Tensão Induzida	X	X	-
e	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico	X	-	X
f	Tensão de Rádio- Interferência	X	-	X
g	Nível de Ruído	X	-	X
h	Resistência do Isolamento	X	X	-
i	Relação de Tensão	X	X	-
j	Deslocamento Angular e Sequência de Fases	X	X	-
k	Corrente de Excitação	X	X	-
l	Perdas à Vazio e Totais	X	X	-
m	Tensão de Curto-Circuito	X	X	-
n	Resistência Elétrica dos Enrolamentos	X	X	-
o	Elevação de Temperatura	X	-	X
p	Estanqueidade e Resistência à Pressão Interna à Quente	X	-	X
q	Estanqueidade e Resistência à Pressão Interna à Frio	X	X	-
r	Capacidade de Suportar Curto-Circuito	X	-	X
s	Características Físico-Químicas do Óleo Isolante	X	X	-
t	Característica da Pintura	X	X	-
u	Verificação do Funcionamento dos Dispositivos e Acessórios	-	X	-
v	Zincagem	-	X	-
x	Torque nos Terminais	-	X	-
y	Estanhagem	-	X	-
z	Prateação	-	X	-
aa	Chave Interruptora de 15 kV	X	X	-
1	2	3	4	5

ANEXO B

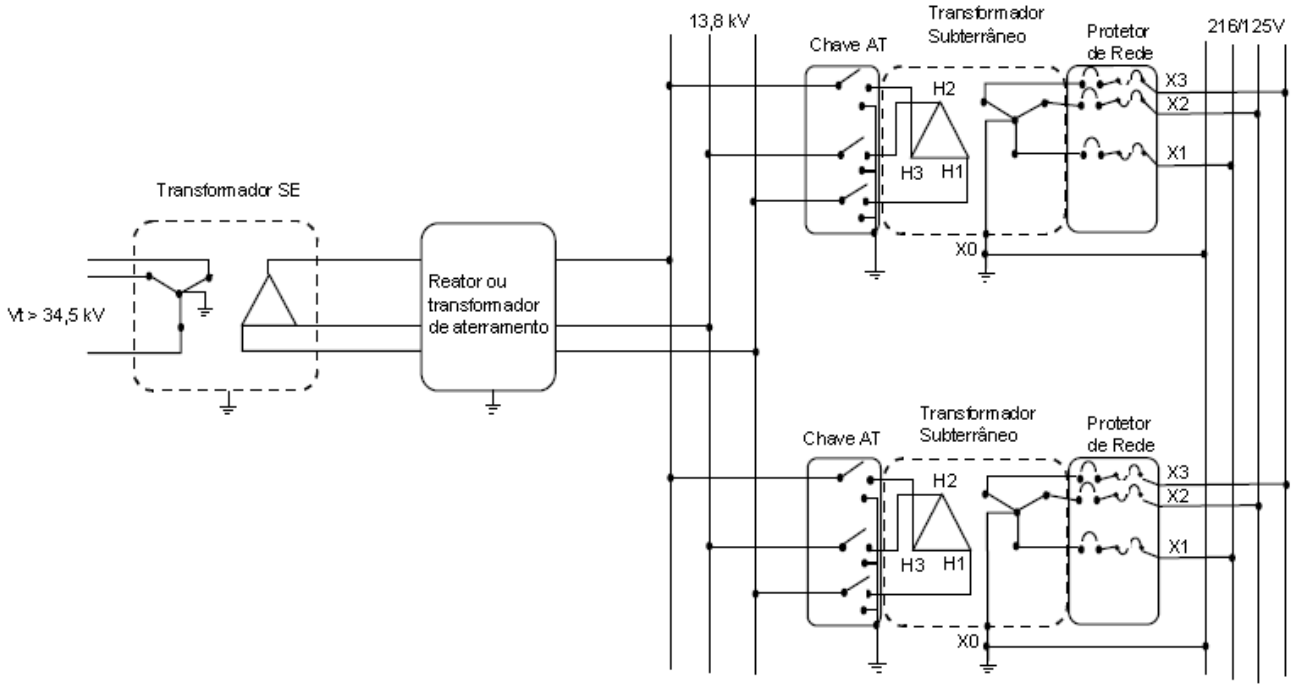
FIGURA 1



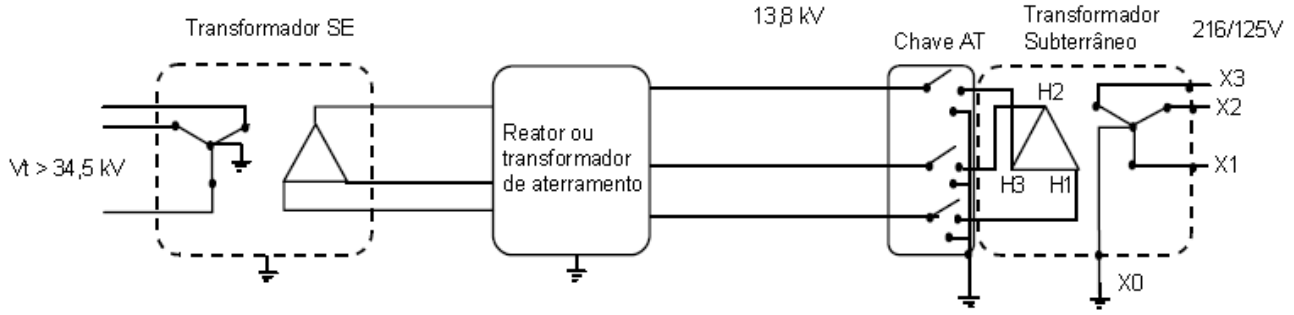
CÂMARA COM O TRANSFORMADOR SUBTERRÂNEO

ANEXO B

FIGURA 2



a) Sistema Reticulado (Network) - 13,8 kV - Sistema de neutro isolado, aterrado através de reator ou transformador de trifásico de aterramento para proteção contra faltas fase-terra, sendo permitida apenas a ligação de transformadores subterrâneos de distribuição trifásica em triângulo - estrela, com a baixa tensão interligada.

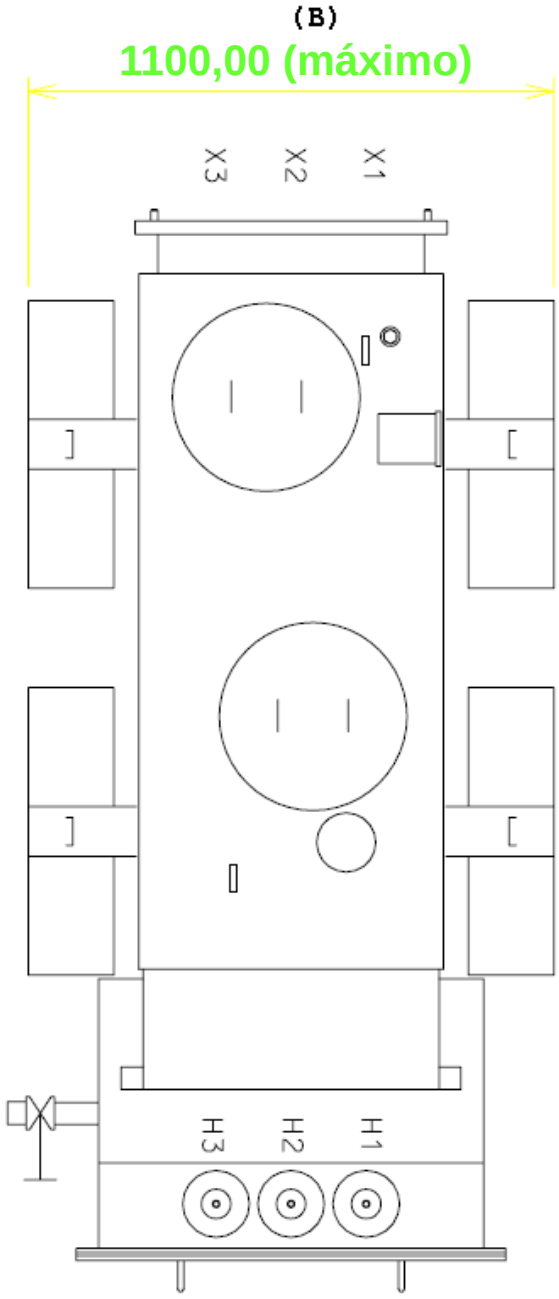


b) Sistema Radial - 13,8 kV Sistema de neutro isolado, aterrado através de reator ou transformador de trifásico de aterramento para proteção contra faltas fase - terra, com a baixa tensão radial.

CONFIGURAÇÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS SUBTERRÂNEOS DA COPEL

ANEXO B

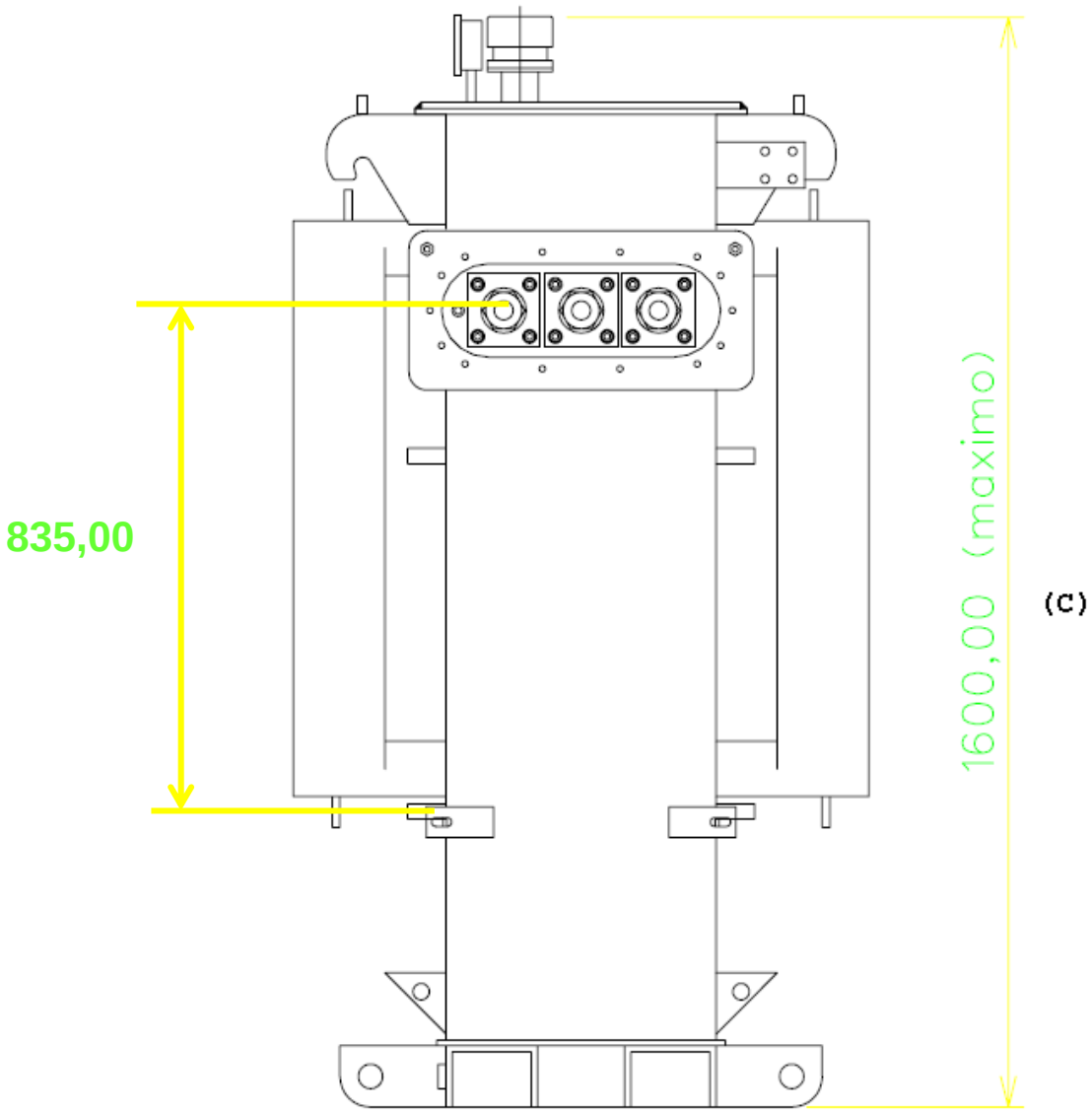
FIGURA 3-a



VISTA SUPERIOR DO TRANSFORMADOR

ANEXO B

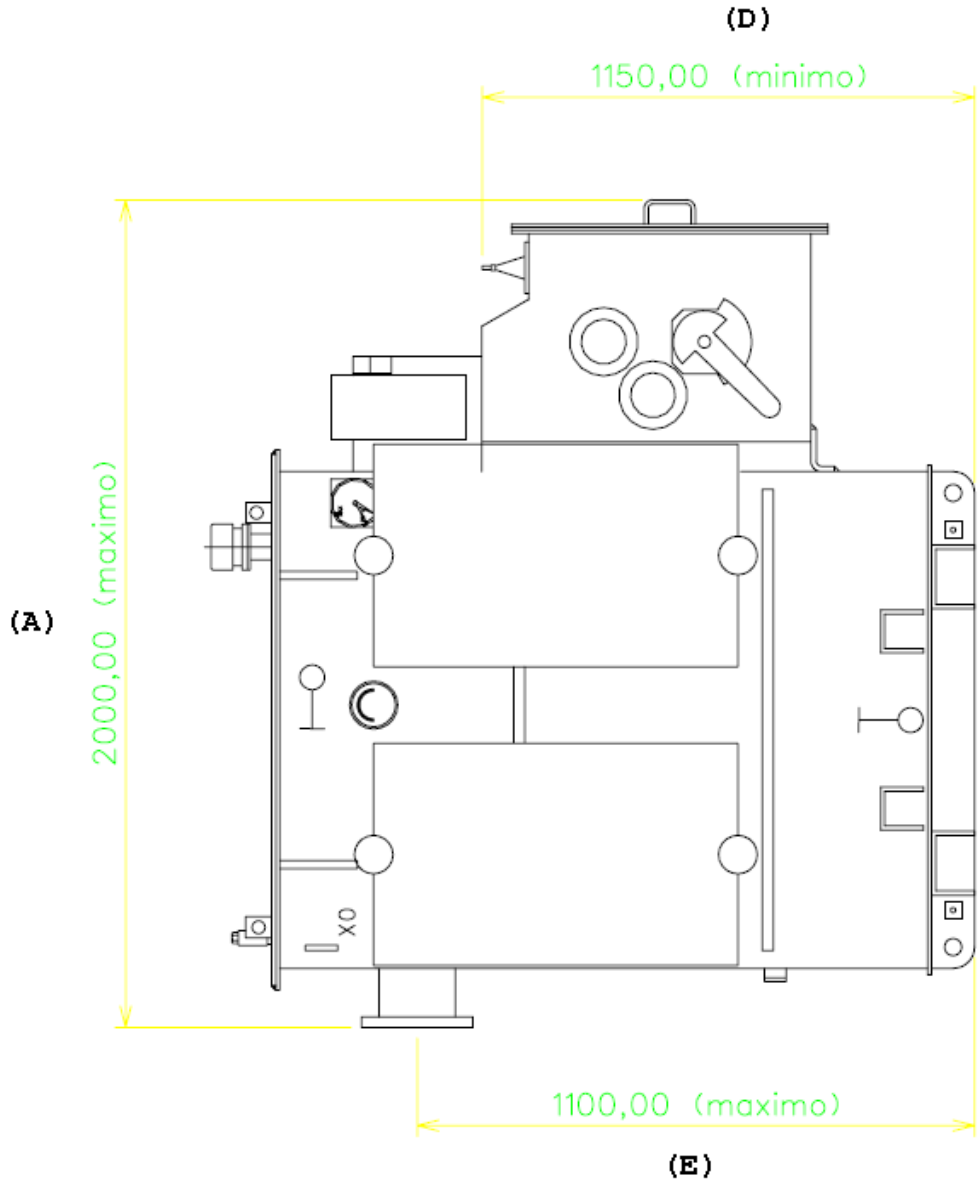
FIGURA 3-b



VISTA FRONTAL DO TRANSFORMADOR

ANEXO B

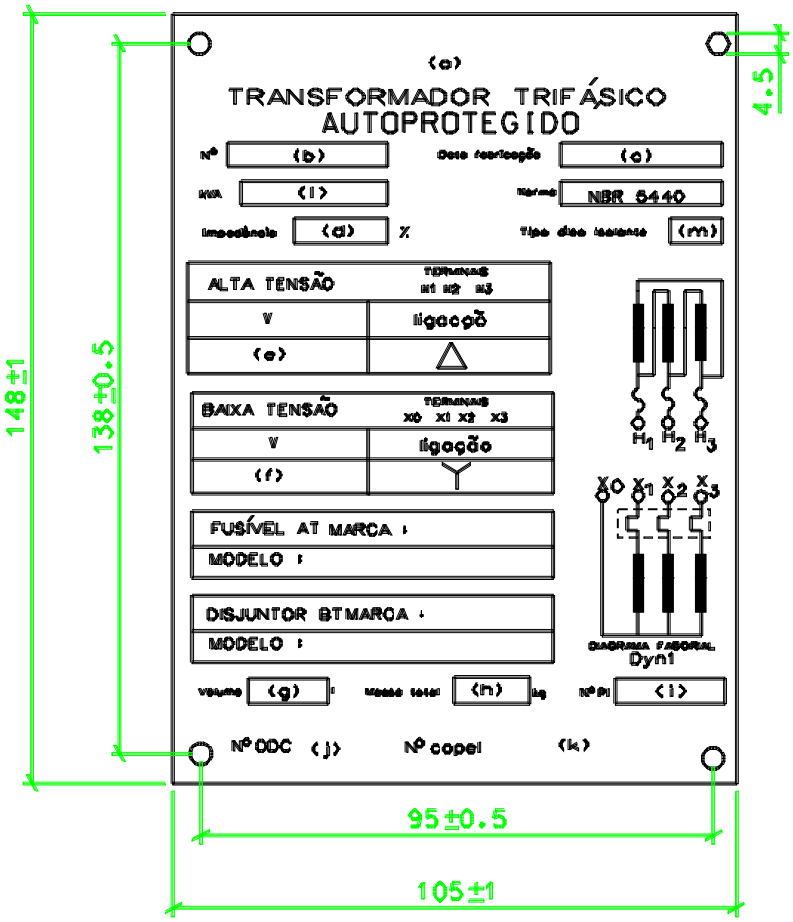
FIGURA 3-c



VISTA LATERAL DO TRANSFORMADOR

ANEXO B

FIGURA 4



PLACA DE IDENTIFICAÇÃO - MODELO

a) Nome e demais dados do fabricante e local de fabricação;
b) Número de série de fabricação;
c) Mês (três primeiras letras) e ano de fabricação;
d) Tensão de curto-circuito em porcentagem;
e) Tensão nominal de AT (13200);
f) Tensão nominal de BT (220/127);
g) Volume total do óleo isolante do transformador em litros;
h) Massa total do transformador em kg;
i) Número da placa de identificação (PI);
j) Número da ordem de compra (ODC);
k) Número de controle COPEL (7 dígitos);
l) Potência nominal do transformador em kVA;
m) A ou B.

NOTAS:

1) Medidas em milímetros (mm).
2) Para enrolamentos em alumínio, fazer constar na placa (ex: enrolamento AT: cobre BT: alumínio).

ANEXO B

FIGURA 5

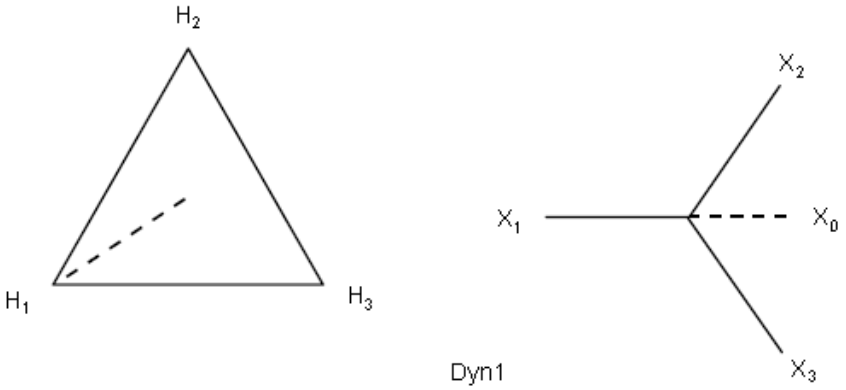
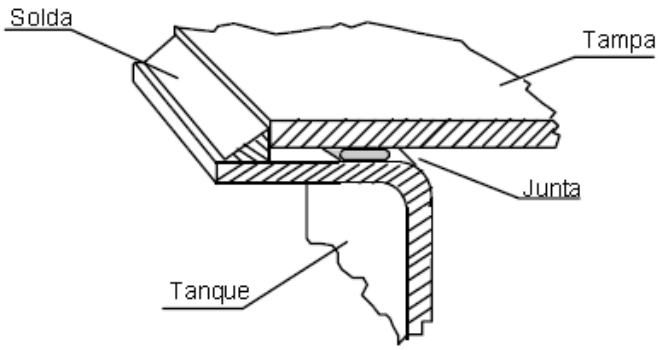


DIAGRAMA VETORIAL

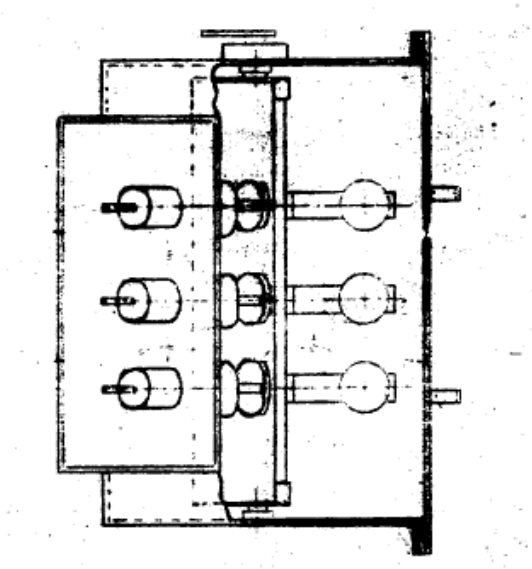
FIGURA 6



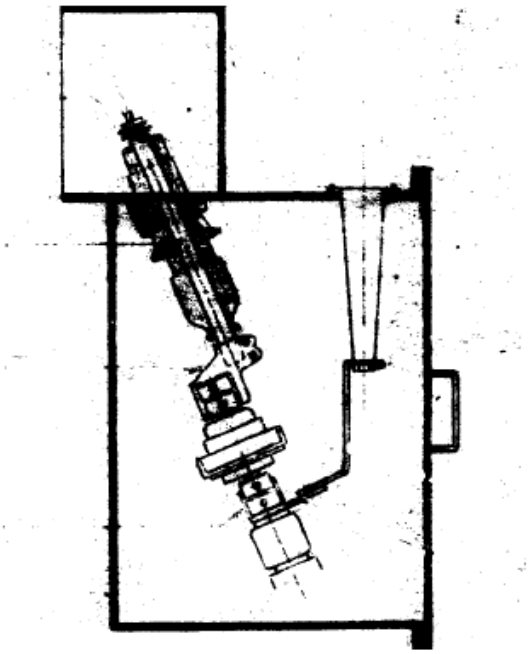
DETALHE DA SOLDA DA TAMPA COM O TANQUE

ANEXO B

FIGURA 7



VISTA SUPERIOR

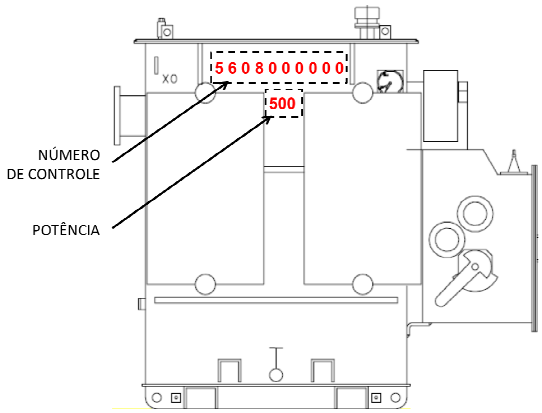


VISTA LATERAL

CHAVE INTERRUPTORA DE 15 kV

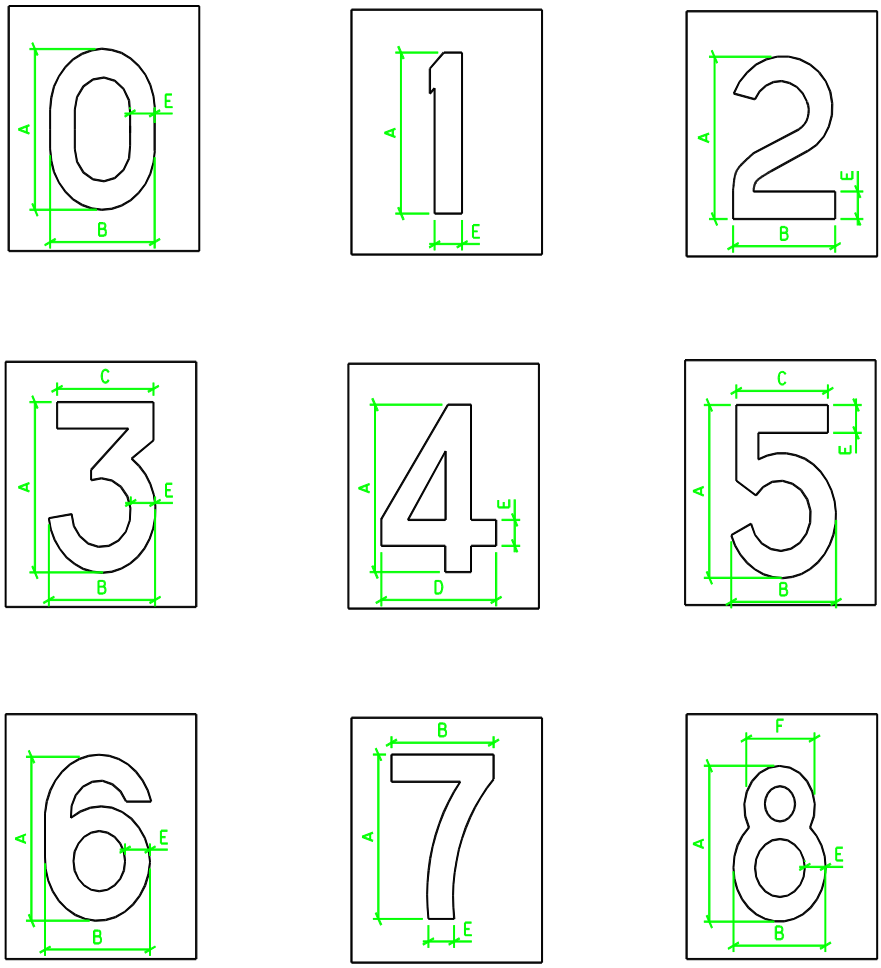
FIGURA 8 - LOCALIZAÇÃO DO NÚMERO DE CONTROLE DOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

a) na posição superior da lateral



OBS.: Numeração na cor branca diretamente sobre a cor preta do tanque.

FIGURA 9 - FORMATOS E DIMENSÕES DOS ALGARISMOS PARA NÚMERO DE CONTROLE DOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO



Tamanho preferencial

DIMENSÕES		TOLERÂNCIAS
A	50	± 2
B	37	
C	30	
D	40	
E	08	± 1
F	28	± 2

Tamanho alternativo (ver item 4.6.1)

DIMENSÕES		TOLERÂNCIAS
A	35	± 2
B	27	
C	25	
D	27	
E	08	± 1
F	25	± 2

OBS.: As dimensões, bem como as tolerâncias, são expressas em milímetros.